Wundheilung in der operativen Knochenchirurgie

Wolfgang Schiechtl

1979

Aus dem Kreiskrankenhaus Bogen/Donau
(Leitender Chefarzt: Dr.med. Lothar Dietl)

WUNDHEILUNG
IN DER OPERATIVEN KNOCHENCHIRURGIE

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Wolfgang Schiechtl
aus Bogen

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr.med. R. Bedacht

Mitberichterstatter: Prof. Dr.med. G. Heberer

Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 22.2.1979

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Einleitung: Verletzung - Folgen und Behandlung	1
1.1	Wunde	
1.1.1	Geschichte der Wundbehandlung	1
1.1.2	Wundursache und Wundarten	5
1.1.3	Wundheilung	7
1.1.4	Allgemeine Wundbehandlung	14
1.1.5	Spezielle Wundbehandlung	15
1.1.6	Wundnaht und Wundverband	19
1.2	Knochenbruch	
1.2.1	Geschichte der Knochenbruchbehandlung .	23
1.2.2	Systematik der Knochenbrüche	25
1.2.3	Konservative Knochenbruchbehandlung ...	28
1.2.4	Operative Knochenbruchbehandlung	29
1.2.5	Offene Fraktur	40
1.2.6	Nachbehandlung	44
1.3	Infektion	
1.3.1	Systematik	45
1.3.2	Infizierte Wunde	46
1.3.3	Infizierte Osteosynthese - Osteomyelitis	47
1.3.4	Immunologie	50
1.3.5	Antibiotikatherapie	51
1.3.6	Hospitalismus	55
1.3.7	Seltene Wundinfektionen	58
1.4	Schock	60
1.5	Polytrauma	63
2	Fragestellungen	65
3	Untersuchungsgut und Methodik	66
4	Ergebnisse	
4.1	Unfallursachen	69
4.2	Knochenbruchbehandlung am Kreiskrankenhaus Bogen	69

		Seite
4.3	Wundheilungsergebnisse	75
4.3.1	bei offenen Frakturen	75
4.3.2	bei geschlossenen Frakturen	77
4.3.3	bei unterschiedlich großen Frakturen .	79
4.3.4	Art der Fraktur, Liegedauer und Wundheilung	81
4.3.5	Antibiotikaanwendung und Wundheilung .	83
4.3.6	Operationsmethoden und Wundheilung ...	84
4.3.7	Polytrauma und Wundheilung	85
4.3.8	Geschlecht, Alter und Wundheilung	88
4.3.9	Jahreszeit und Wundheilung	90
4.3.10	Vorerkrankungen und Wundheilung	92
4.3.11	Mehrfachoperationen und Wundheilung ..	94
4.3.12	Wundheilungsergebnisse in den einzelnen Jahren des Untersuchungszeitraums	96
4.3.13	Zusammenfassung der Wundheilungsergebnisse, Sammelstatistik	98
5	Kasuistik	103
6	Diskussion	111
7	Zusammenfassung	122
8	Literaturverzeichnis	III-XVIII

1. Einleitung: Verletzung - Folgen und Behandlung

1.1 Wunde

1.1.1 Geschichte der Wundbehandlung (75, 82, 122)

Die Geschichte der Wundbehandlung, die zugleich typisch ist für die Geschichte der Cirurgie überhaupt, beginnt schon in der Steinzeit. Die Neandertaler z.B. verwendeten, wie auch heute noch manche Naturvölker, empirisch bewährte Wundbedekkungen, z.B. Öl, Harz, Kokosfett, Brotteig, Schwämme.

Die ersten schriftlichen medizinischen Dokumente sind ägyptische Papyrusrollen (1900 v. Chr.) mit ausführlichen Beschreibungen der Wundtherapie: auf die frische Wunde wird Fleisch aufgelegt (hämostyptischer Effekt),am zweiten Tag ein Brei aus Wachs, Fett, Öl, Honig, gerösteter Gerste, der mit Leinenlappen nach außen abgedeckt wird. Eine Wundeiterung gilt als Teil der normalen Heilung. Jede Wunde wird zusätzlich mit Leinenpfropfen tamponiert. Eine Nahttechnik ist nicht bekannt, wohl dagegen eine Wundrandadaptation mit Adhaesivpflastern. Abszesse werden eröffnet.

Die chirurgischen Lehren Mesopotamiens (1000 v. Chr.) sowie die biblisch - thalmudische Heilkunde entsprechen einer Schlachthausmedizin, ohne daß uns Genaueres über die chirurgische Technik erhalten geblieben ist.

In Indien lehrt SUSRUTA (1300 v. Chr.), daß Wunden nicht berührt werden dürfen. Nahttechnik von Laparotomiewunden: man ließ Ameisen mit ihren Zangen an beiden Wundrändern zubeißen und drehte den Ameisen nach dem Zubeißen die Köpfe ab. (4)

In der chinesischen Heilkunde ist bereits ca. 1000 v. Chr. die Akupunkturnarkose bekannt. Nach Frakturen werden Knochensequester entfernt.

In Japan (700 v. Chr.) erfolgt Wundbehandlung mit Blutegeln und kalten Steinen.

Die griechisch - römische Medizin bringt der theoretischen und praktischen Medizin große Fortschritte. DIOGENES entwickelt die Gefäßlehre, HIPPOKRATES (400 v. Chr.) verfaßt eine umfangreiche Verbandlehre, desinfiziert Wunden mit rotweingetränkten Lappen, tamponiert Wunden und entwickelt erstmals systematisch Operationsmethoden und Operationsinstrumentarium.

GALEN (129 n. Chr.) provoziert durch geeignete Arzneien eine sekundäre Wundheilung, um "die Naturheilkraft zu beschleunigen". Er unterscheidet zwischen "pus laudabile" und stinkenden Wundsekreten. Angesichts der noch bestehenden "Vier-Säfte-Lehre" ist er der Meinung, daß der "korrumpierte Körpersaft" ausgeschwitzt werden muß.

CELSUS (50 n. Chr.) beschreibt den "Scharpi" (durch Schaben von Leinen gewonnenes Verbandmaterial). Wunden mit Substanzverlust sollen durch Fleisch als Nährmaterial aufgefüllt werden.

Die Medizin in Byzanz (ca. 400 n. Chr.) verwendet Glüheisen als Desinfizienz. Jetzt sind schon 60 verschiedene Verbandsstoffe bekannt.

Im beginnenden Mittelalter empfiehlt PFOLSPEUNDT die Sondierung von Wunden; "faulende" Wunden werden geätzt. Anlegung einer Knopfnaht als Wundverschluß für 7 Tage.

W. HARVEY entdeckt den Blutkreislauf. Die Theorien über die Gewebsregeneration können auf eine neue Grundlage gestellt werden. Doch noch in der Renaissance gilt die Wundeiterung als normale Wundheilung - PARACELSUS: "du solst wissen, das die natur des fleisches in ihr hat ein angeboren balsam, dieselbig heylet Wunden". (122) Als Nahtmaterial werden Seide, Leinen und Darmsaiten verwendet. Mittels Gefäßtorsion oder Glüheisen wird Blutstillung erreicht. Amputationen erfolgen im infizierten Bereich.

VESALIUS erkennt, daß die natürliche Vernarbung besser ist als das Ausstopfen der Wunde. Gefäße werden unterbunden, Hämostyptika verwendet.

BRUNSCHWIG (1497) spreizt Wunden regelmäßig und legt Haare ein. Flüssiger Speck wird in die Wunde gegossen.

PETIT (18. Jhd.) definiert Entzündung als Reaktion des Körpers auf eine Schädigung. Er unterscheidet zwei Arten der Wundheilung (82):

erster Intention: Vereinigung der Wundränder ohne Bindemittel
zweiter Intention:

1. Gerinnung
2. Eiter
3. Eiter bildet nährenden Saft für gutes Fleisch
4. Eindicken des nährenden Saftes führt zur Narbenbildung

Gefäße werden nur komprimiert, nicht unterbunden, weil sich nur bei offenen Gefäßen ein Gerinnsel bilden könne. Eine Wundnaht mit Umstrechung ist jedoch bekannt.

BASS verfaßt 1720 einen "gründlichen Bericht über Bandagen" und fordert: "Wundverbandsmaterial muß sauber sein".

HUNTER definiert 1794 sekundäre Wundheilung als Heilung durch Granulation ohne Eiterung.

Im 19. Jhd. werden wichtige Narkosetechniken entwickelt (Lachgas- und Äthernarkose).

Auf den grundlegenden Forschungsergebnissen von PASTEUR (1857) "Infektion durch contagium vivum" entwickelt LISTER (1867) die aseptische Wundbehandlung. Die "Dreckarzneyen" des Mittelalters, mit denen bisher die Wunden gezielt verschmutzt wurden, werden nun durch Spülungen mit Wasser ersetzt.

VIRCHOW (1855) entwickelte die Zellularpathologie. Nun konnte die Wundheilung als Reaktion von Zellen des Bindegewebes erklärt werden.

MÜLLER erkennt, daß organisierte Bestandteile des Bluts an der Wundheilung beteiligt sind (Fibrin).

Antiseptische Zusätze zu den Verbänden der damaligen Zeit sind Carbol, Sublimat, Salicylsäure, Benzoetinktur.

Vielseitige bakteriologische Forschung wird betrieben, so daß gegen Ende des 19. Jhd. die Erregerspezifität verschiedener Infektionskrankheiten klar erkannt ist.

CHASSAIGNAC führt die chirurgische Wunddrainage ein, BLUNDELL die Bluttransfusionen, SCONTETTEN Wundincisionen. DIEFFENBACH führt erfolgreich Hauttransplantationen durch.

ESMARCH wendet ab 1873 die Blutleere intraoperativ an, HALSTEDT führt 1890 Gummi - OP - Handschuhe ein.

Auch die physikalische Wundbehandlung wird verbessert. v. BRUNS entwickelt bis 1880 verschiedenartige, bis heute verwendbare Verbandstoffe. NEULER fordert 1882, Wundsekrete durch trockenen Verband schonend zu entfernen (161).

RÖNTGEN entdeckt 1895 die Röntgenstrahlen.

Trotz der beschriebenen Fortschritte ist der in der Chirurgie der vergangenen Epochen gefürchtete Hospitalbrand (Infektion mit schrittweiser Zerstörung von Haut, Faszie, Muskel, Gelenken) immer noch nicht beherrschbar. Die Mortalität beträgt bis zu 80 % (122).

Erst die Weiterentwicklung der Antisepsis (Keimverminderung) und der Asepsis (Keimfreimachung) senkte die Rate der Wundheilungsstörungen auf ca. 20 %.

Die Anwendung der Antibiotika (FLEMING 1941) verbesserte diese Ergebnisse weiter. Nun konnte zwar die Mortalität der Wundheilungsstörungen gesenkt werden, jedoch sank die Frequenz nicht. Grund: im Krankenhaus erworbene Infektion mit häufig antibiotikatherapieresistenten Erregern.

Die derzeitigen Probleme der Wundbehandlung betreffen die Operations- und Krankenhaushygiene und die Antibiotikatherapie (4, 125).

1.1.2 Wundursache und Wundarten

Wundursache	Wundart	Symptome
mechanisch	Prellung	Hämatom, Blutblase, Striemen, Ablederung
	geschlossen	z.B. auch Schädel-Hirn-Trauma
	oberflächlich	Erosion, Schürfung
	perforierend	Biß, Riß, Stich, Schnitt, Schuß
	kompliziert	alle offenen Wunden mit Weichteil-, Knochen-, Gelenk-, Gefäß-, Nervenverletzungen, Amputationen, Pfählungen
thermisch	Verbrennung	3 Schweregrade
	Erfrierung	3 Schweregrade
chemisch	Verätzung	Nekrose
Strahlung		Nekrose

Wundarten und Wundentstehung

(mod. n. BEDACHT)

Abbildung 1

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die Entstehungsursachen von Wunden und deren Folgen (14).

Man unterscheidet Wunden durch mechanische, thermische, chemische und strahlungsbedingte Einflüsse.

Durch mechanische Einflüsse entstandene Wunden können geschlossen (Prellung mit Hämatom, Striemen, Hautablederung, im weiteren Sinn auch geschlossenes Schädel-Hirn-Trauma) oder offen sein (oberflächliche Erosion, Schürfung, perforierende Biß-, Riß-, Stich-, Schnitt-, Schußwunde, komplizierte Wunde mit Weichteil-, Knochen-, Gelenk-, Gefäß- und Nervenverletzung, Teil- und Totalamputation, Pfählungsverletzung) (14).

Thermische Schädigungen (Wärme und Kälte) führen zu Verbrennungen, Verbrühungen, Erfrierungen verschiedenen Schweregrades (14).

Chemische Noxen (vor allem Säuren und Laugen) zu Verätzungen und Kolliquationsnekrosen, radioaktive Strahlung zu Hautnekrosen (14).

Je schwerwiegender das einwirkende schädigende Agens, desto schwerer ist die Verletzung.

Mechanische Wunden können durch scharf, spitze, stumpfe Gegenstände hervorgerufen werden, die senkrecht, schräg, tangential auf die Körperoberfläche treffen, durch Stoß, Schlag oder Schnitt erfolgt die Gewalteinwirkung.

Definition: eine Wunde ist ein traumatisch entstandener Gewebsdefekt (64).

Folgen:

Dolor (Wundschmerz, Wundschock - im Extremfall bis zum Kreislaufstillstand)
Rubor, Calor (Zeichen der physiologischen Wundentzündung)
Functio laesa (Klaffen der Wundränder, Gewebszerstörung mit arterieller oder venöser Blutung) (14)

1.1.3 Wundheilung

Der normale Wundheilungsvorgang verläuft im makroskopischen, mikroskopischen und molekularen Bereich in mehreren Stadien (1, 4, 7, 21, 75, 82, 112, 126, 151, 215).

I) exsudative Phase (Entzündungsphase)

Das die Wunde verursachende Trauma zerstört Gewebe und Blutgefäße. Die Folge ist eine sofortige Vasokonstriktion Stase des Kreislaufs im Wundgebiet, dadurch bedingt eine Gewebshypoxie und Gewebsazidose. Komplexe neurogene Faktoren, der mechanische Gefäßschaden und die zunehmende Hypoxie führen in der terminalen Strombahn dann zu einer Vasodilatation, wobei Fibrin, Leukozyten, Thrombozyten und Mastzellen ins Wundgebiet austreten (215). Fibrin und Leukozyten bilden - bei intakter Blutgerinnung - nach 4 Minuten einen Wundschorf (126). Eine direkte Blutung in den Wundspalt ist dafür also nicht erforderlich (21). Aus den Leukozyten werden proteolytische Fermente ausgeschleust, die - zusammen mit den Lysosomen der geschädigten Zellen - mit der Autolyse des traumatisierten Gewebes beginnen (112). Unter Einfluß von "Exudin" schütten die Leukozyten auch Histamin aus. Durch komplexe Regelmechanismen (215) (siehe Abbildung 2) wird die Bildung von Hyaluronsäure und damit die Kollagenproduktion begonnen. Die Thrombozyten und Mastzellen setzen Serotonin frei. Jetzt steigt auch die Konzentration der "Kinine" (Leukotaxin, Bradykinin, Kallidin) im Wundbereich. Die spezifischen Funktionen dieser Substanzen bei der Wundheilung sind noch unklar, sie verstärken jedenfalls das Wundödem (21).

Nach der Autolyse der zerstörten Gewebsteile werden die oberflächlichen Epidermisschichten verflüssigt (Ursache: Plasmin aus dem Extravasat) (112). Nach ca. 24 Stunden ist die erste Phase der Wundheilung abgeschlossen (1, 25).

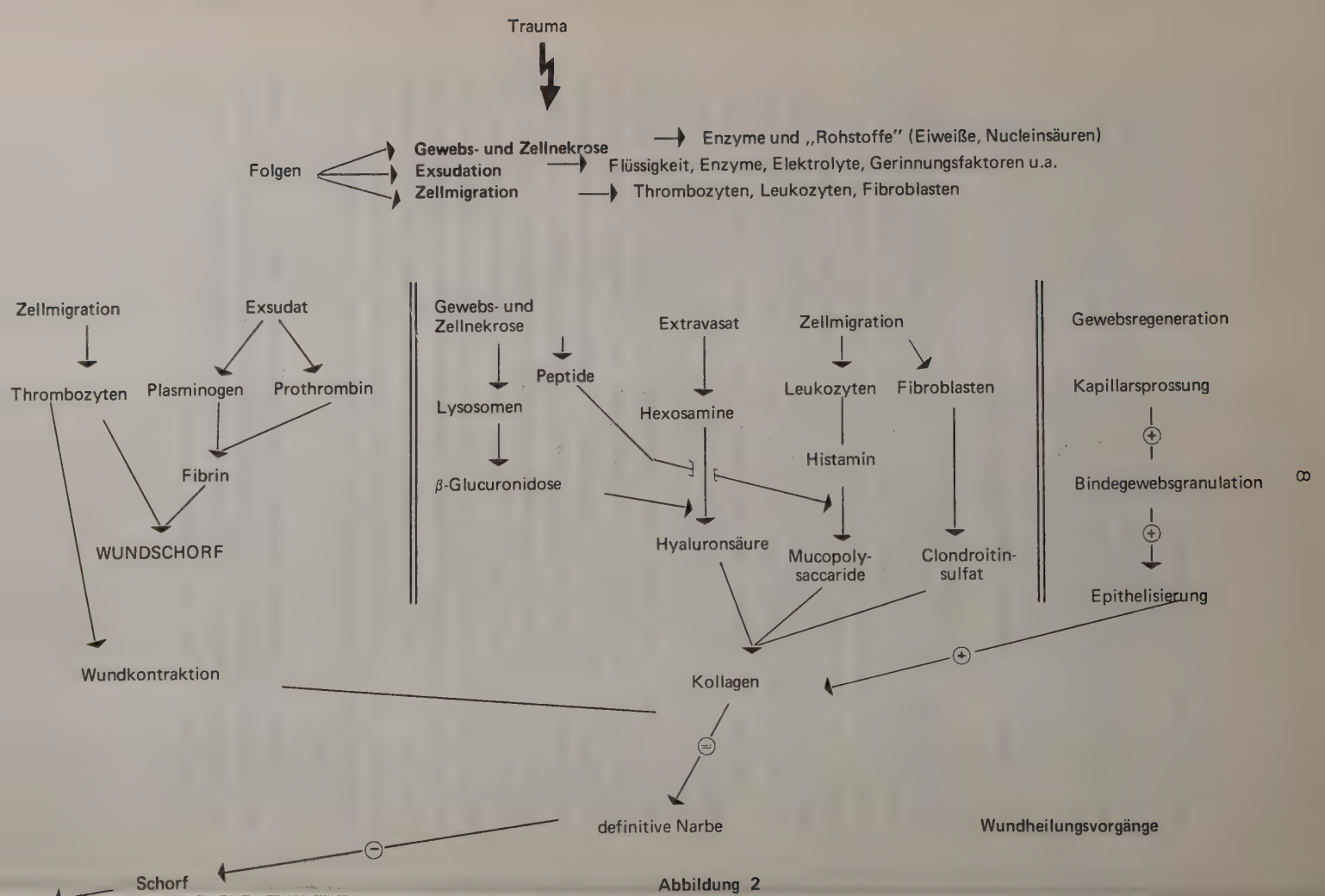

Trauma
Folgen
Gewebs- und Zellnekrose
Exsudation
Zellmigration
Enzyme und „Rohstoffe" (Eiweiße, Nucleinsäuren)
Flüssigkeit, Enzyme, Elektrolyte, Gerinnungsfaktoren u.a.
Thrombozyten, Leukozyten, Fibroblasten
Zellmigration
Exsudat
Thrombozyten
Plasminogen
Prothrombin
Fibrin
WUNDSCHORF
Wundkontraktion
Gewebs- und Zellnekrose
Peptide
Lysosomen
β-Glucuronidose
Extravasat
Hexosamine
Hyaluronsäure
Zellmigration
Leukozyten
Fibroblasten
Histamin
Mucopoly-saccaride
Clondroitin-sulfat
Gewebsregeneration
Kapillarsprossung
Bindegewebsgranulation
Epithelisierung
Kollagen
definitive Narbe
Schorf
Wundheilungsvorgänge

Abbildung 2

II) Proliferatinsphase

Provisorisches Füllmaterial ersetzt das nekrotische Gewebe. Von den Rändern aus sprossen Kapillaren ins Wundgebiet ein, zusammen mit Fibroblasten wird ein Granulationsgewebe gebildet, das auch größere Mengen Elektrolyte und Lipoide enthält. Die Menge des Granulationsgewebes entspricht genau den erforderlichen Defektgrößen. Welche Produktionssteuerung hier erfolgt, ist unbekannt (126). Von den verflüssigten Epidermisschichten wandern Epithelzellen amöboid über das Granulationsgewebe, bilden dort kleine Epidermisinseln, die sich immer weiter vergrößern. Am Wundrand verstärken die Zellen ihre Mitosetätigkeit. Granulationsgewebe und Epidermis werden unabhängig voneinander gebildet und gesteuert (126). Die Wunde kontrahiert sich nun zunehmend. Man kann das Maß der Kontraktion berechnen:

$$\text{Kontraktion (mm)} = \frac{\text{Wunddurchmesser}}{\text{Konstante (2 mm)}} \qquad (1)$$

Der Gesamtstoffwechsel der Wunde wird nun von Autolyse auf Biosynthese umgestellt. Mit den Enzymen der Zellysosomen entsteht aus den schon vorhandenen molekularen Bausteinen (ß-Glucuronidase, Hexosamine) Hyaluronsäure. Die Lymphozyten synthetisieren Mucopolysaccaride. Beides zusammen ergibt Prokollagen, eine Vorstufe des Kollagens (112). Zwei Tage nach dem Trauma ist diese Wundheilungsphase abgeschlossen (45).

III) reparative = Organisations- Differenzierungsphase

Durch die auf die Wunde wirkenden Zugkräfte ordnen sich die Kollagenfibrillen zu entsprechend gerichteten Faserbündeln, der Wundschorf löst sich ab und wird durch spezifisches Gewebe ersetzt. Die Reißfestigkeit der Wunde nimmt ca. ab dem 6. Tag zu und erreicht ihr Maximum am 14. Tag nach dem Trauma (170). Die Wundkontraktion schreitet weiter fort. Sie ist bedingt durch Schrumpfung des Wundinhalts bei der Fibrinver-

netzung, Wasser- und Gefäßverlust des Narbengewebes (215). Die an der Wundheilung direkt beteiligten Zellen (Lymphozyten, Mastzellen, Thrombozyten, Fibroblasten) stammen aus der Blutbahn und der Adventitia der Blutgefäße (7).

Immer wieder wurde die Existenz spezieller Wundhormone diskutiert. Diese gibt es offensichtlich nicht, jedoch übernehmen beim Gewebszerfall freiwerdende Nucleinsäuren hormonähnliche Funktionen (215).

Der sehr differenzierte Mechanismus der Wundheilung kann durch verschiedene Faktoren gestört werden (siehe 21, 45, 82, Abbildung 3):

Im Alter wird das Gewebe genetisch inaktiv, die Bindegewebsproliferation wird geringer; häufig besteht eine Gefäßsklerose und eine katabole Stoffwechsellage (46).

Eiweißmangel ist bedingt durch mangelhafte Ernährung, erhöhten Verlust oder Störung der Eiweißsynthese. Fibroblasten und Kollagenbildung sind vermindert (127).

Über Störung des Eiweißstoffwechsels wirkt auch ein Leberschaden.

Hypoxie und Anämie (Verminderung der Sauerstofftransportkapazität) unterdrücken die aeroben, auf Synthese ausgerichteten Stoffwechselvorgänge zu Gunsten der anaeroben Glycolyse.

Maligne Tumoren bedingen eine Kachexie und eine katabole Stoffwechsellage, Eiweißmangel, Immunsuppression.

Genetisch bedingte Stoffwechselkrankheiten, Hämophilie, Phenylketonurie, Galactosämie stören auch den normalen Wundstoffwechsel.

Vitaminmangel (B-Gruppe, C) vermindert die Kollagensynthese und die Epidermisregeneration (17).

Ursachen von Wundheilungsstörungen

1. endogen
   a) Alter
   b) Eiweißmangel
   c) Hypoxie
   d) Anämie
   e) maligner Tumor
   f) Diabetes mellitus
   g) Immunglobulinmangel
   h) Vitaminmangel
   i) genetische Erkrankungen
      - Hämophilie
      - Phenylketonurie
      - Galaetosämie
   j) Hormone
      - Nebenniere: Cortisol
      - Schilddrüse
      - Sexualhormone (?)
      - Hypophyse
      - Hyperparathyreoidismus

2. exogen
   a) mechanische Überbeanspruchung
   b) gewebszerstörendes Operieren
   c) mangelhafte Wundrandadaptation
   d) fehlerhafte Nahttechnik
   e) unzureichendes Nahtmaterial
   f) sekretverhaltende Verbandtechnik
   g) insuffiziente Wunddrainage
      - Glucocorticoide
      - Antibiotica
      - - Analjetica
   i) Psychischer Zustand des Patienten

Abbildung 3

Bindegewebskrankheiten (Gicht, Rheuma), Hormonkrankheiten (Hypothyreose, Nebennierenrindeninsuffizienz, M. Cushing, Hyperparathyreoidismus) stören die Wundheilung.

Diabetes mellitus verursacht verminderte Glucoseverwertung, dadurch auch verminderte Lipogenese und Drosselung der Proteinsynthese (Hypoporoteinämie). In fortgeschrittenen Stadien entstehen Minderdurchblutungen durch Mikroangiopathien.

Immunglobulinmangel kann eine Wundinfektion fördern.

Auch exogene Faktoren stören die Wundheilung:

mechanische Überbelastung vor der Reißfestigkeit führt ggf. zur Wundruptur.

Medikamente (21, 82):
- Glucocorticoide und andere Antiphlogistika hemmen die Proliferation im Stratum basale der Epidermisschichten, blokkieren die Sulfurierung der Chondroitinschwefelsäure und damit die Kollagensynthese und verringern die Exsudation aus den Blutgefäßen.
- Antibiotika stören die Darmflora und damit die endogene Vitaminsynthese und hemmen regenerative Wundheilungsschritte.
- Viele Medikamente mit komplexen Wirkstoffen gehen mit dem Zink des Körpers Chelatbindungen ein. Zinkmangel stört die Gewebsregeneration.

Operative Technik (1, 21, 151) (169):
- gewebszerstörendes Operieren
- mangelhafte Wundrandadaptation
- fehlerhafte Nahttechnik
- unzureichendes Nahtmaterial
- sekretverhaltende Verbandtechnik
- insuffiziente Wunddrainage
- unzureichende Ruhigstellung der Wundumgebung, besonders bei Extremitätenverletzungen.

Psychischer Zustand:
psychosomatische Zusammenhänge sind auch bei der Wundheilung wahrscheinlich.

Elektromagentische Felder sollen die Wundheilung fördern, wobei der Wirkungsmechanismus jedoch noch unbekannt ist (133).

Es gibt verschiedene Arten der Wundheilung (1, 21, 75, 82, 125, 151):

I) per primam intentionem (abgekürzt: pp)
Heilung ohne eitrige Infektion, ohne Nekrose, ohne Hämatom. Wundränder liegen direkt aneinander, keine Gewebslücke.

Eine "traumatische Entzündung" kann nur mikroskopisch nachgewiesen werden. Klinischer Verlauf reaktionslos und aseptisch (182).

Nach BÖHLER kann eine Wundheilung auch dann noch "pp" sein, wenn geringgradige Stichkanalinfektionen, nichtinfektiöse Wundrandnekrose bestehen (182).

bei pp Heilung werden: Pleura, Peritoneum, Gefäßendothel, Sehnen, Knochen, Fascien gewebsspezifisch regeneriert, alle übrigen Körpergewebe heilen bindegewebig unter Narbenbildung ab (82).

Abschluß der pp Heilung innerhalb ca. zwei Wochen.

II) per secundam intentionem (abgekürzt: ps)
Klaffende Wundränder, ausgedehnte Nekrosen mit Demarkierung, großer Wundschorf, eine bestehende Gewebslücke wird durch Granulationsgewebe ausgefüllt.
Sekundärheilung auch bei örtlicher Infektion, Wundruptur nach frühzeitiger Fädenentfernung, Sekundärinfektion (z.B. von Drainagestellen), bei nicht primär genähten Wunden (z.B. überschnittenes Intervall für die Primärnaht).

III) Heilung unter dem Schorf (auch praktisch per primam genannt; abgekürzt ppp) (21)
bei oberflächlichen Wunden, die nicht alle Hautschichten durchdringen, bei Brandwunden, Excoreationen. Kombination zwischen Heilung pp und ps.

Primäre und sekundäre Wundheilung unterscheiden sich ebenfalls nicht qualitativ, sondern quantitativ: der aufzufüllende Gewebsspalt bei ps Heilung ist größer als bei pp Heilung mit verzögertem zeitlichem Ablauf der Regenerationsvorgänge bei ps Heilung (182).

1.1.4 Allgemeine Wundbehandlung

Sie umfaßt die Versorgung von Gelegenheits- und Operationswunden.

I) Gelegenheitswunde (1, 75, 82, 163, 182, 211):

Bei jedem Verletzten wird zunächst Anamnese und Befund erhoben, eine Funktionskontrolle des verletzten Körperteils durchgeführt. Anschließend erfolgen evtl. Röntgenkontrollen.

Nach Herstellung von Asepsis (Schutzkleidung, Haube, Mundschutz, Händedesinfektion, Handschuhe) wird der Wundverband abgenommen.

Als erstes wird die Wunde grob gereinigt, Wunddesinfektion. Als Anästhesie reicht in der Regel eine Infiltrations- oder Leitungsanästhesie, die immer vom gesunden Gewebe ausgehen muß, aus (64).

Die Wunde wird steril abgedeckt, anschließend inspiziert, Nekrosen werden entfernt durch Wundexcision nach FRIEDRICH, die zur Vermeidung unnötiger Gewebequetschungen mit dem Skalpell und nicht mit der Schere erfolgen sollte.

In welchem Ausmaß excidiert werden kann, hängt ab von der Wunde, deren Lokalisation ab (im Gesicht z.B. nur sehr sparsame Wundexcision!). Alle Fremdkörper in der Wunde müssen radikal entfernt werden.

In diesem Stadium der Wundversorgung sollte ein Instrumentenwechsel durchgeführt werden (64).

Nach ausreichender Blutstillung ("Bluttrockenheit") erfolgt Wunddrainage und spannungsfreie Naht. Beim Wundschluß besonders wichtig ist eine genaue Wundrandadaptation.

Bei Verletzungen an Extremitäten können zur besseren Übersicht periphere Blutsperren angelegt werden.

Werden Fremdkörper in der Wunde gelassen, sehr viele Knoten

gesetzt, große Mengen Catgut (141) verwendet oder eine spannungsreiche Naht angelegt, drohen Wundheilungsstörungen.

Die Tetanusprophylaxe muß - je nach den individuellen Erfordernissen - erfolgen.

II) Operationswunde

Hier gelten die unter 1) beschriebenen Grundsätze, wobei jedoch die vorbereitenden Maßnahmen, wie Anamnese, Herstellung der Asepsis entfallen. Der Patient befindet sich meist in Vollnarkose, so daß Lokalanästhesie zum Wundschluß nicht erforderlich ist. Der Zugangsschnitt ist glatt und gerade und ermöglicht eine einwandfreie Wundrandadaptation (182).

1.1.5 Spezielle Wundbehandlung

Durch die Art der verschiedenen Verletzungen gibt es viele Abweichungen vom normalen Schema der Wundbehandlungen.

Eine primäre Naht von Gelegenheitswunden ist nur in einem Intervall von 8 bis maximal 12 Stunden nach dem Trauma erlaubt (1, 75, 211). Nach dieser Zeit ist eine bakterielle Verunreinigung der Wunde sehr wahrscheinlich. Es können dann nur noch Nekrosen beseitigt werden, die Wunde muß offen gelassen werden und heilt "ps" ab (14).

Der Sekundärheilung überlassen bleiben Bißwunden, die immer infiziert sind, Schußwunden, bei denen das Projektil nicht entfernt werden kann (definitive Versorgung erst später) (64, 163).

Primär verzögerter Wundschluß:

Indikation: über 12 Stunden alte, leicht infizierte Wunden, besonders der Unfallchirurgie; Mangeldurchblutung im Operationsgebiet (arterielle Durchblutungsstörungen, Diabetes mit Mikroangiopathie).

Durchführung: alle Schichten der Wunde außer Haut und Subcutis werden genäht, die Hautfäden nur angelegt, aber nicht geknüpft. Anlage eines streng aseptischen Verbands und nach ca. 2 - 4 Tagen, wenn keine Wundinfektion schwereren Grades eingetreten ist, werden die Hautfäden geknüpft.

Ziel: Keimvermehrung unter der verschlossenen Hautoberfläche soll verhindert werden (82).

Aufgeschobene Primärversorgung nach ISELIN (1959)

Indikation: Verletzte in inoperablem Zustand, infektionsgefährdete Gliedmaßenverletzungen.

Durchführung: sofort nach Einlieferung des Verletzten hochaseptische Haut- und Wundreinigung, steriler Verband und Hochlagerung der Extremität. Unter weiterer klinischer Beobachtung erfolgt täglicher steriler Verbandwechsel mit der Möglichkeit weiterer Nekroseabtragungen. Nach ca. 4 Tagen kann dann eine Wundversorgung nach den Regeln der Primärversorgung durchgeführt werden.

Ziel: Abwarten, bis sich devitalisiertes Gewebe ganz demarkiert hat, bis der Verletzte in verbessertem Allgemeinzustand ist und vor definitiver Wundversorgung die Phase der akuten Gewebsschwellung abklingen zu lassen.

Diese Behandlungsart bleibt jedoch Sonderfällen vorbehalten, erfordert eine gleichzeitige Antibiotikabehandlung. "Bequemlichkeit im Bereitschaftsdienst" ist keine Indikation dafür (82).

Narbenkeloide lassen sich auch bei exakter Wundversorgung nicht immer vermeiden. Überschießende bindegewebige Regenerierung bei praedisponierten Patienten ist wahrscheinlich durch einen genetisch bedingten Kollagenpolymorphismus bedingt (64).

Für alle Arten der Wundversorgung gilt

I) gewebsschonendes Operieren
II) strenge Asepsis
III) spannungsfreie Wundnaht. (170)

Hautplastiken (wenn spannungsfreie Naht nicht möglich)

I) Spalthautplastik

Mit einem Dermatom werden die oberflächlichsten Hautschichten entnommen und auf den Hautdefekt genäht. Die Entnahmetechnik ist zwar sehr einfach, Spätkomplikationen sind jedoch häufige Narbenkontrakturen (27).

II) Vollhauttransplantat

Sehr günstige kosmetische Ergebnisse, allerdings mit zwei Narben (Stelle der Verletzung und der Entnahme) (27).

III) Dermislappen

Vor der Implantation werden Fett- und Epithelschicht entfernt. Sehr gute Einheilungschancen (27).

IV) Verschiebeplastik

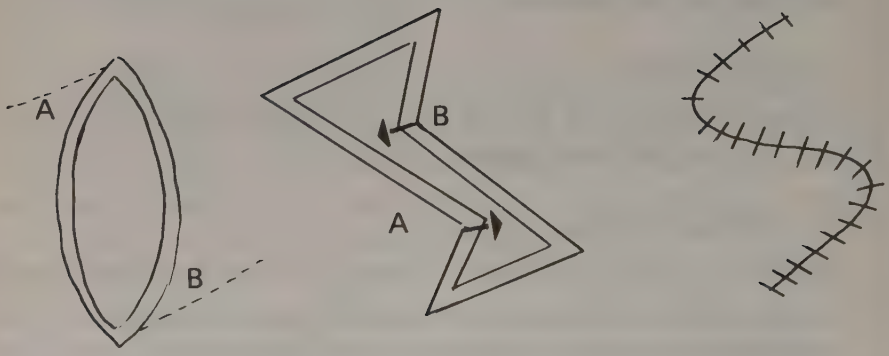
Besonders bekannt ist die "Z-Plastik" (siehe 208, Abbildung 4).

Vorteile: Defektdeckung durch analog beschaffene Haut aus der Wundnachbarschaft, in einer Operation durchführbar, gute kosmetische Ergebnisse. Anwendungsmöglichkeit jedoch durch bestimmte Maximaldefektgrößen begrenzt.

V) Fernlappenplastiken (134)

Gewebsübertragungen innerhalb verschiedener Körperteile:

- Wanderlappen: Ablösen nur einer Seite des Lappens, Umklappen, Annähen einer näher zum zu deckenden Defekt liegenden Stelle; bei guter Anheilung und Durchblutung wird das andere Ende abgetrennt, nach oben geklappt, angenäht usw. Prinzip: mindestens eine Seite des Wanderlappens hat eine intakte Durchblutung.
- Rundstiellappen: bewegt sich wie der Wanderlappen in Richtung auf den Defekt zu, bis er ihn erreicht.



Z–Plastik

Abbildung 4

- "cross-leg" und Muffplastik: der verletzte Körperteil wird zur Spenderstelle gebracht und dort bis zum Einheilen des Transplantats fixiert (siehe Abbildung 5). Zunächst wird das Transplantat nur mit einer Seite an der Empfängerstelle fixiert und erst nach Einheilen der einen Seite die Basis an der Spenderstelle durchtrennt und ebenfalls an der Empfängerseite angenäht.

Alle Fernlappenplastiken sind langwierig, führen jedoch zu sicheren und guten funktionellen Ergebnissen (152).

Elektrochirurgie (182)

Elektrisches Schneiden: Hochfrequenzstrom läßt im Gewebe Widerstandswärme entstehen - die Hitze führt zur Eiweißkoagulation. Bei richtiger Handhabung (Erdung des Patienten!, angemessene Stromstärke je nach Art des Gewebes) entstehen bei dem elektrischen Schneiden nur minimale Nekrosen, durch die Eiweißkoagulation wird die Oberfläche des geschnittenen Gewebes praktisch versiegelt, so daß ein Schutzwall gegen Bakterien entsteht; außerdem kommt es kaum zum Wundschmerz, weil auch die Nervenenden, die bei herkömmlicher Schnittechnik frei am Wundrand liegen, ebenfalls versiegelt werden.

1.1.6 Wundnaht und Wundverband

In der ersten Woche nach der Wundversorgung bestimmt nur die Naht die Reißfestigkeit der Wunde. Erst bis zum 28. Tag erreicht die Reißfestigkeit der Wunde selbst ihr Maximum. Aufgabe der Naht ist also, Widerstand gegen auf die Wunde einwirkende äußere Gewalt und die Eigenelastizität der Wunde zu leisten, ohne die Funktion des genähten Gewebes zu beeinträchtigen (191).

Jedes Nahtmaterial wirkt - verschieden stark - als Fremdkörper und kann so die Wundheilung stören, besonders größere Mengen versenktes Nahtmaterial (z.B. Ligaturen, Subcutannaht)(139, 141).

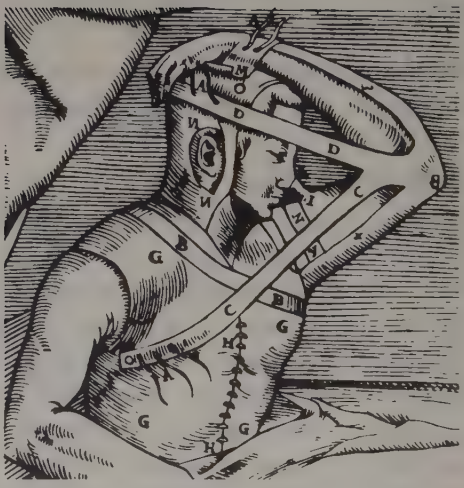


Abb. 3: Nasenfernplastik 1597. (Aus TAGLIACOZZA: De chirurgia curtorum per insitionem. Venedig 1597.)

„Antikes" Beispiel einer Fernplastik

(aus: Hernandez-Richter: Die Wundheilung)

Abbildung 5

An ein modernes Nahtmaterial werden verschiedene Anforderungen gestellt:

- geringe Gewebsreaktion
- glatte Oberfläche
- geringe Quellungstendenz
- große Zug- und Knüpffestigkeit
- Elastizität
- konstanter Durchmesser
- Resistenz gegen Sterilisation
- leichte Handhabung (115)

Für verschiedene Gewebsstrukturen verwendet man auch verschiedenes Nahtmaterial.

- Catgut: Schleimhäute, Subcutis, Ligaturen, Naht an Galle und Leber. Catgut wird in sehr unterschiedlichen Zeiträumen resorbiert (14 Tage bis 8 Jahre). Der Körper reagiert auf Catgut mit einer bindegewebigen Umhüllung und Lymphozytenmantel.
  Chromiertes Catgut im Gegensatz zu Catgut plain hat eine bessere Festigkeit, aber stärkere Entzündungsreaktion (147).
- Seide: Fascie, Haut, Übernähungen im Bauchraum. Seide wird durch eine Bindegewebskapsel umhüllt, häufiger entstehen Granulome.
- Kunststoffäden (Dexon^{R}, Vicryl^{R}, Mersilene^{R}) sind besonders reißfest, geschmeidig, haben gute Gewebeverträglichkeit, guten Knotensitz, erfordern geringere Knotenzahl (weniger versenktes Material). Im Gegensatz zu Catgut, das außerdem als Fremdeiweiß zur Allergie führen kann, haben Kunststoffäden eine definierbare Absorbierbarkeit, sie sind allerdings sehr stark dehnbar - können zu fest angezogen werden und dann Nekrosen verursachen. Ihre Festigkeit am 14. postoperativen Tag beträgt jedoch nur 65 % der von Chromcatgut, so daß sie bei langer mechanischer Beanspruchung nicht geeignet sind. Die beste Reißfestigkeit und geringste Gewebsreaktion hat Mersilene^{R}(162, 189, 190).

Maligne Entartungen von Reaktionen des Körpers auf Nahtmaterial sind nicht bekannt (147).

Mit Antibiotica präpariertes Nahtmaterial kann Wund- und Stichkanalinfektionen nicht verhindern (109).

Mit Wundklebung können Wunden geschlossen werden (nahtloser Wundverschluß).
Vorteil: große Hautverträglichkeit, Atmungsaktivität, Zugfestigkeit, Transparenz, keine Stichverletzung durch die Nadel, keine Infektionsverschleppung, keine Gewebequetschung.
Nicht anwendbar: an Kopf, Finger, gerundeten Körperstellen, Kopf und bei sehr dicker Haut nicht angewandt werden (116).

Nahttechniken

Man unterscheidet:
- Knoten
  einfach, geworfen, chirurgisch
- Naht
  Einzelknopf, fortlaufend, intracutan, Rückstich, ausstülpende U-Naht (1, 75, 211)

Der Wundverband (8)

Die Wundabdeckung bezeichnet man als Wundtextilien, die Befestigung der Wundtextilien als Verbandstoffe.

Rohmaterialien für Wundtextilien sind Baumwolle, Zellwolle, Synthetiks.

Die Fasern der Baumwolle sind im Querschnitt hohl und werden erst nach entsprechender Spezialbehandlung hydrophil. Der Sekretabtransport erfolgt als "Kapillarwasser" (dreidimensionaler Saugvorgang).

Bei Synthetiks sind die Fasern im Querschnitt stabil, hydrophob. Sekretabtransport durch Haftwasser (zweidimensionaler Saugvorgang).

Zellwolle hat eine stabile Faser, ist hydrophil (siehe Baumwolle).

Als Vlies bezeichnet man textile Flächengebilde, die in Längs-

richtung durch Flächen entsprechender Dicke verbunden werden.

Jedes Wundtextil muß einen Entklebungseffekt haben, d.h. es darf nicht irreversibel an der Wunde haften. Man erreicht dies durch "Überdrehen" von Zellwollgarn, wodurch ein Tunneleffekt entsteht oder durch Zellglaswolle, die sich bei Kontakt mit Wasser wellenartig verformt, wodurch Hohlräume entstehen und die Haftungsfläche verringern.

Kühleffekt: Zellwolle ist kühler als Baumwolle, während Vlies am wärmsten ist. Verschiedene Farben der Wundtextilien führen ebenfalls zu verschiedenen Kühleffekten.

Löschblatteffekt: Absaugung von Sekret durch Feuchtigkeitsgefälle".

Wegen der Vorteile des Entklebungs-, Kühl- und Löschblatteffekt ist bei sezernierenden Wunden die geschlossene der offenen Wundbehandlung (9) vorzuziehen. Häufiger Verbandwechsel ist erforderlich, um auf den Wundtextilien keine Nährböden für Bakterien zu schaffen (8).

1.2 Knochenbruch

1.2.1 Geschichte der Knochenbruchbehandlung (1, 4, 75, 122, 125, 136)

Bereits in der Steinzeit wurden Operationen an Knochen vorgenommen. Trepanationen wurden oft jahrelang überlebt, wie Schädelfunde beweisen (4).

HIPPOKRATES verfaßt eine Systematik über Frakturen und Luxationen. Er kennt den Oberschenkelstreckverband und unterscheidet zwischen einfachen und komplizierten Frakturen.

DUYPUTREN führt im 19. Jhd. fixe Verbände bei Frakturen ein, SENTIN erfindet 1820 den Gipsverband, MOTT die Knochennaht (122).

Die Vollendung der konservativen Knochenbruchbehandlungsverfahren erfolgte durch BÖHLER (23).

Die operativen Behandlungsverfahren wurden relativ spät entwickelt, der genaue Ursprung der operativen Knochenchirurgie ist unbekannt.

GURLT (1862) und LISTER (1877) berichten über vereinzelte Versuche einer Osteosynthese mittels Nagelung, Verschraubung und Drahtnaht. Sie beschränken sich jedoch auf Patienten, bei denen eine konservative Behandlung fehlgeschlagen war und vor allem auf subcutan gelegene Frakturen (Olecranon, Patella), um so die Probleme der Weichteilbehandlung zu umgehen (72).

Nach Einführung der Asepsis (1847 durch LISTER) und der Antisepsis (1867 durch SEMMELWEISS) grenzte KÖNIG (1902) gegen den damaligen Willen der Schulmedizin erstmals konservative und operative Knochenbruchbehandlung systematisch gegeneinander ab. Er verwendete für seine Osteosynthesen Schrauben, Draht und implantierte Elfenbeinstifte. Besonders weist er auf die Vorteile einer raschen medico - mechanischen Nachbehandlung ohne Gipsfixation bei der operativen Therapie hin (106).

Die mögliche "unbelastete Frühmobilisation" führt auch LAMBOTTE (1907) zu Gunsten des operativen Behandlungsweges an (136).

KÜNTSCHER stellte 1940 zunächst den v-förmigen, dann den kleeblattförmigen Marknagel vor, er führte 1951 auch das Aufbohren des Knochens vor der Marknagelung ein (113).

DANIS (1947) führt sehr wichtige spannungsmechanische Untersuchungen durch, definiert darauf die primäre Knochenheilung nach Osteosynthese und verwendet erstmals Verspannungsplatten und Schrauben mit Gewindeverschneidung (41).

Am 5.11.1958 gründen Schweizer Chirurgen, Firmen und Forschungsinstitute die "Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese-

fragen" (abgekürzt: AO). Sie setzt sich als Ziel, die

> "Osteosynthese als unentbehrliches Operationsverfahren in der Chirurgie des Bewegungsapparats an Hand von biologischen- und metallurgischen Grundlagenforschungen zu verbessern und zu einer zuverlässigen Operationsmethode zu entwickeln." (136)

Die von der "AO" entwickelten Behandlungsgrundsätze und das von ihr entwickelte einheitliche Operationsinstrumentarium (siehe Abbildung 6) erhielten rasch internationale Anerkennung, so daß 1972 die "Internationale Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen" gegründet wurde.

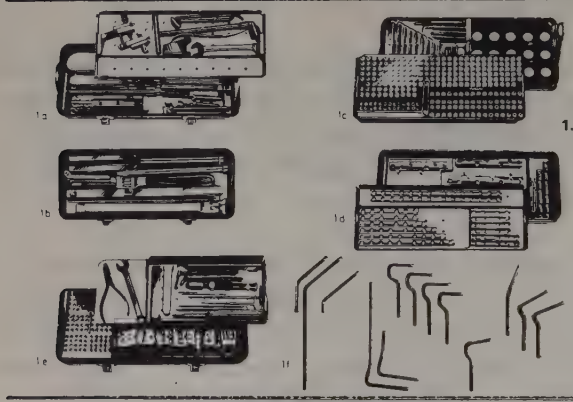
Heute stehen konservative und operative Knochenbruchbehandlung gleichberechtigt nebeneinander und ermöglichen, bei richtiger Indikationsstellung und fachgerechter Durchführung, jede Art von Verletzungen des Bewegungsapparats sachgerecht und mit gutem Ergebnis zu behandeln (136).

1.2.2 Systematik der Knochenbrüche

Man unterscheidet verschiedene Arten von Frakturen

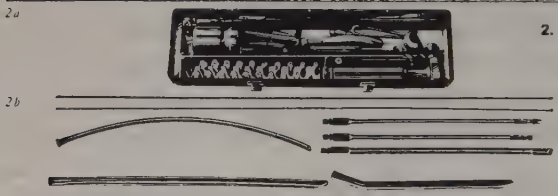
- direkte Fraktur: entsteht am Ort der Gewalteinwirkung
- indirekte Fraktur: entsteht durch Hebelwirkung auch an anderer Stelle als die Gewalteinwirkung
- Abrißfraktur, z.B. bei Ausriß eines Muskelansatzes
- pathologische, z.B. bei vorgeschädigter Knochenstruktur, z.B. Osteoporose, Knochenmetastasen
- Biegungsfraktur
- Torsionsfraktur
- Abrißfraktur
- Abscherfraktur
- Kompressionsfraktur
- Trümmerfraktur

Das Synthes–Instrumentarium



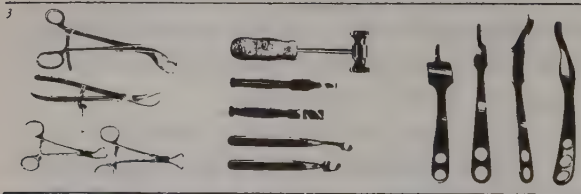
1. Kassetten für Druckosteosynthese

a) allgemeine Instrumente
b) spezielle hüftchirurgische Instrumente
c) Schrauben-Reserve
d) Platten-Reserve
e) Kleinfragmentinstrumentarium
f) Winkelplatten



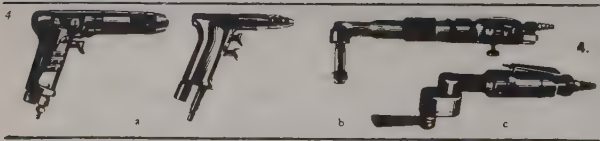
2. Instrumente für Marknagelung

a) Kassette mit Markraumbohrungs- und Ein- und Ausschlagsinstrumentarium
b) Bohrdorn, Führungsstab, Bohrwelle, Markraumrohr, Femur- und Tibiamarknagel



3. Zusatzinstrumente

Faßzangen, Hammer, Meißel, Raspatoria, Hohmannhaken



4. Motoren

a) Universalbohrmaschinen
b) Markraumbohrmaschine
c) Oscillierende Säge

Abbildung 6 (nach: Manual der Osteosynthese, Abb. 10, S. 15)

Knochenheilung

I) Primäre Knochenbruchheilung

Kontaktheilung, ausschließlich nach einer Druckplattenosteosynthese nach der AO Methode.

Wenn keine Lücke zwischen den Frakturenden besteht, werden o h n e Callus, der ja eine Lückenfüllsubstanz darstellt, sofort longitudinal gerichtete Osteone gebildet, die miteinander verzapfen (97, 210).

II) Sekundäre Knochenbruchheilung

Spaltheilung, in allen anderen Fällen, außer nach Druckplattenosteosynthese. Aus der Kontaktzone zwischen Knochen und Periost (Cambiumschicht) wandern aus den Gefäßen mononucleäre Rundzellen aus, die sich zu Osteoblasten weiterentwickeln und die appositionelle Knochenbildung durchführen. An allen übrigen Stellen im Frakturbereich entsteht zunächst ein interfragmentäres Hämatom, welches später durch Granulationsgewebe ersetzt wird. Bindegewebsfasern sprossen ein. Über die Zwischenstufe der Chondroblasten kommt es auf noch unbekanntem Weg zur Bildung von Geflechtknochen. Die Osteome richten sich bei späterer Belastung gemäß den Spannungslinien aus (7).

Diese Art der Knochenheilung tritt bei allen konservativ behandelten Frakturen ein (74, 92, 97, 210).

Allgemeine Grundsätze der Frakturenbehandlung:

- funktions- und achsengerechte Reposition
- stabile Fixation nach Reposition
- Ruhigstellung bis zur Frakturheilung
- Wiederherstellung der Funktion (23, 136)

1.2.3 Konservative Knochenbruchbehandlung

Möglichkeiten der Ruhigstellung
Eine nicht verschobene, ausreichend verkeilte Fraktur kann durch Schiene, Verband, Schlinge, Gips ruhiggestellt werden.

Dislozierte Frakturen müssen vor der Ruhigstellung reponiert und mittels Extension oder Gips fixiert werden (155).

Um eine sehr lange Immobilisierung der Gelenke der ruhiggestellten Extremität zu vermeiden, kann ein funktioneller Gipsverband nach SARMIENTO z.B. am Unterschenkel angelegt werden und Übungsstabilität erreichen (40, 110, 206).

Es werden auch Versuche durchgeführt, die Frakturheilung durch elektromagnetische Potentiale zu beschleunigen (120).

Indikationsstellung zur konservativen Frakturenbehandlung (155):
- Allgemeinzustand des Patienten (Schock, Begleitverletzungen, Alter, Begleitkrankheiten)
- örtlicher Zustand der Weichteile im Frakturgebiet
- Behandlungsmöglichkeiten des jeweiligen Krankenhauses
- Einzelindikationen:
  stabile Frakturen mit richtiger Achsenstellung oder guter Reponierbarkeit
  Calcaneusfrakturen (OP wenig erfolgversprechend)
  ggf. Frakturen von Scapula, Clavicula, Radius loco typico, Naviculare, Wirbelsäule, Becken

Frakturenbehandlung im Kindesalter
Kindliche Frakturen heilen wesentlich schneller als bei Erwachsenen, auch sehr starke Fehlstellungen werden ausgeglichen.
Bei Verletzungen der Epiphysenfugen drohen schwere Wachstumsstörungen. Konservativ behandelt werden Schaftfrakturen jeder Art (198).

Risiken der konservativen Behandlung
- nicht ausreichende Reposition
- Hyperextension bei Streckverbänden

- Weichteilinterpositionen
- Übersehen von Bandläsionen
- ausreichende Stabilisierung der reponierten Fraktur zur Vermeidung von Pseudoarthrosebildungen
- Thrombosegefahr bei langer Immobilisierung des Patienten
- Inaktivitätsatrophie durch die Immobilisierung (91, 146, 205).

Vorteile der konservativen Behandlung
- operationsspezifische, unvermeidbare Komplikationen können vermieden werden (zusätzlicher iatrogener Weichteilschaden durch den Zugangsschnitt, Inokulation pathogener Keime
- Metallose wird vermieden (57)

Nachteile
- Inaktivitätsatrophie lange ruhiggestellter Extremitäten
- bleibende Fehlstellungen
- häufiges Reponieren instabiler Frakturen
- Schäden durch Gipsverband (Druckstellen usw.)
- langer stationärer Krankenhausaufenthalt
- mögliche Verkürzung von Extremitäten (1, 57)

1.2.4 Operative Knochenbruchbehandlung

Für die operative Knochenbruchbehandlung hat die "AO" Operationsverfahren entwickelt, die im "Manual der Osteosynthese" (136) bis in alle Einzelheiten beschrieben sind. Entsprechend wurde ein komplettes Operationsinstrumentarium entwickelt, das nur als vollständiger Satz verkauft wird. Dadurch wurde eine Normierung der Operationstechnik und damit auch bessere Vergleichbarkeit erreicht.

Die Implantate werden aus einer Chrom-Nickel-Molybdän Legierung hergestellt.

Weitere Grundlagen einer erfolgreichen operativen Frakturenbehandlung beschreibt die "AO":

"Die operative Frakturenbehandlung ist eine sehr wertvolle, aber schwierige und verantwortungsvolle Behandlungsmethode. Wir können nicht genug vor Osteosynthesen warnen, die ohne entsprechende Schulung des Chirurgen und ohne notwendige technische Voraussetzungen bezüglich Instrumentarium und Asepsis im Operationsbetrieb durchgeführt werden." (136)

Vorteile der operativen Behandlung:
- exakte, dauerhafte und funktionsgerechte Reposition
- sofort mögliche funktionelle Nachbehandlung
- minimale posttraumatische Atrophie der Weichteile
- meist sehr gutes funktionelles Endergebnis
- Verkürzung des stationären Aufenthalts
- Weichteilschäden können operativ mitversorgt werden (z.B. Bänderriß, Gefäßläsion)
- gutes Repositionsergebnis auch bei sehr schwierigen, konservativ überhaupt nicht behandelbaren Frakturen (Spiral-, Schräg-, Trümmerbruch) (57, 136, 210)

Nachteile und Risiken:
- Inokulation pathogener Keime mit evtl. posttraumatischer Osteomyelitis, sekundäre Wundheilung mit Infektion)
- Metallose (Fremdkörperreaktion gegen das Implantat)
- Operationstrauma
- Metallentfernung weiterer Eingriff
- bei zu frühzeitiger Metallentfernung Gefahr der Refraktur (57, 97, 155, 204)

Voraussetzungen für erfolgreiche operative Frakturenbehandlung
- einwandfreie Operationsasepsis (Ziel: höchstens 1 % Wundinfektion) (136, 155)
- schonende Weichteilbehandlung
- schonende Knochenbehandlung
- anatomisch richtige Reposition
- absolute Frakturstabilität, besonders durch ausreichenden interfragmentären Druck

- Sekretbeseitigung durch wirkungsvolle Drainage
- Hochlagerung der operierten Extremität (136)

Verschiedene Osteosyntheseverfahren werden angewandt:

I) Marknagelung

Indikation: Quer- oder kurzer Schrägbruch im medialen Schaftdrittel von Femur oder Tibia.

Voraussetzungen: stabile Lagerung auf dem Extensionstisch im OP, Vermeidung von Rotationsfehlern, Möglichkeit der intraoperativen Röntgenkontrolle unter sterilen Kautelen, richtiger Zugangschnitt zur Vermeidung von Weichteilschäden, langsames, stufenweises Aufbohren der Markhöhle, um Knochensprengungen zu verhindern, richtige Dicke und Länge des Nagels. Bei offenen Frakturen II. und III. Grades ist eine Marknagelung nicht indiziert, da sonst Keime ins Knochenmark verschleppt werden können (13, 136, 180, 201).

II. Verplattung

Indikation: Frakturen im proximalen und distalen Schaftbereich der Röhrenknochen, langen Schräg-, Stück-, Etagenfrakturen, offene Frakturen, Mehrfachverletzungen, Begleitverletzungen von Nerven und Gefäßen, hohes Lebensalter.

Durchführung als Kompressionsosteosynthese.

Nachteil: etwas größerer Zugangsschnitt, operierte Extremität kann nicht sofort voll belastet werden (95, 136).

Bei einer Trümmerfraktur muß eine Neutralisationsplatte gegenüber der Trümmerzone angelegt werden - jedes Fragment wird dann einzeln verschraubt (201).

III) Versorgung der Gelenkfraktur

Ziel: vollständige Herstellung der Gelenkkonguenz ohne Knorpeldefekt, Mitversorgung bestehender Bänder- oder Kapselschäden, Erzielung freier Beweglichkeit und normaler Muskelkraft.

Verfahren: meist muß eine Abstützplatte angelegt werden, um einen Gelenkeinbruch zu vermeiden; es wird nur Übungs- nicht Belastungsstabilität erreicht (136, 199).

IV) Versorgung der Knöchelfraktur

Ziel: Behebung von Subluxationen, Herstellung genauer Gelenkkongruenz, Wiederherstellen der tibio-fibularen Syndesmose.

Verfahren: Zuggurtung, Verschraubung, Verplattung (195).

V) Pseudarthrosen

Verfahren: Dekortikation der Frakturenden, autologe Spongiosaplastik, Druckplattenosteosynthese, Verriegelungsnagel (102).

Entstehung: nach konservativer Frakturenbehandlung durch unzureichende Ruhigstellung, Weichteilinterponat, Hyperextension. Nach Osteosynthesen, wenn nekrotische Knochenanteile nicht entfernt wurden oder keine ausreichende Frakturstabilisierung erfolgte.
Autologe Spongiosa aus dem Beckenkamm dient der Überbrückung von Knochendefekten und induziert rasche Frakturheilung. Demgegenüber haben sich heterologe Spongiosaplastik, Knochenzement (Pallacos) und Knochenersatz durch Calziumphosphatkeramik (107) nicht bewährt.
Die Kombination von Druckplattenosteosynthese und Implantation autologer Spongiosa wird auch als Verbundosteosynthese bezeichnet (90, 136, 178, 185).

VI) Operative Therapie nach gestörter Frakturheilung

Nach konservativer Vorbehandlung: operative Versorgung indiziert, sofern keine absoluten OP-Kontraindikationen bestehen (z.B. inoperabler Zustand des Patienten).

Nach operativer Vorbehandlung kommt es zu gestörter Frakturheilung bei falschem Osteosynthesematerial (zu dünner Marknagel, zu kurze Platte, zu frühe Belastung), Wundinfektion (siehe 1.3.3) (86, 97, 172, 201, 203) Bei einer Zweitosteo-

synthese müssen die Fehler der ersten ausgeschaltet werden, was einen Wechsel des Operationsverfahrens erfordert. Besonders muß man beachten, daß der Knochen durch die erste Operation bereits vorgeschädigt ist und eine verminderte Stabilität hat, z.B. Schraubenkanäle nach vorangegangener Verplattung (144, 160).

VII) Implantatentfernung

Durchführung in einem weiteren operativen Eingriff.

Indikation: wenn - bei störungsfreiem postoperativen Verlauf - die betroffene Extremität auch ohne Schutz des Implantats normal belastbar ist. Durch das Osteosynthesematerial wird die mechanische Belastung des Knochens herabgesetzt("stress protection")(210). Durch Rarefizierung der Kortikalis und Umbauvorgänge in der Spongiosa vermindert sich die Knochenstabilität. Ziel der weiteren Forschung ist ein zwar stabiles, aber elastisches Implantat, das eine gewisse Knochenbelastung zuläßt.

Osteosynthesematerial kann belassen werden: bei Risikopatienten, bei Patienten mit begrenzter Lebenserwartung.

Möglichst frühzeitig muß subcutan liegendes Material entfernt werden, um Wundheilungsstörungen durch mechanische Spannung zu vermeiden.

Verbogebe Implantate müssen sofort entfernt werden (154).

Vorgehen bei infizierter Osteosynthese siehe 1.3.3.

Küntscher-Marknägel sollen dann entfernt werden, wenn der aus dem Knochen herausragende Teil Beschwerden verursacht oder bei Fistelbildung. Sonst kann der Nagel prinzipiell lebenslang belassen werden. Bei richtiger Erstoperation kann die Nagelentfernung technisch sehr schwierig sein und erhebliche Weichteilschäden erfordern (114).

VIII) Der Fixateur externe wird besonders häufig bei offenen Frakturen eingesetzt (siehe 1.2.5). Weitere Anwendungsmöglichkeit, wenn konservative Frakturstabilisierung nicht möglich und Osteosynthese kontraindiziert (Polytrauma, schwerer Weichteilschaden usw.). Funktionelle Bewegungstherapie ist möglich. In besonderen Fällen ist auch ein Rahmenfixateur in Kombination mit einer Minimalosteosynthese möglich (37, 69).

IX) Erste Erfahrungen mit der elektrodynamischen Knochenbruchbehandlung, d.h. die Erzeugung eines elektrischen Potentials diesseits und jenseits der Frakturstelle durch zwei Polschrauben bei gleichzeitiger Verplattung oder Nagelung zeigen gute Ergebnisse bei atrophischen Pseudoarthrosen langer Röhrenknochen, bei der Kahnbeinpseudoarthrose und anderen Fällen fehlender Knochenregeneration (207).

X) Im Versuchsstadium befindet sich auch die Ultraschallverschweißung von Knochen. Autologe Spongiosa im Frakturspalt wird durch Schwingungen in stabiles Knochenkonglomerat verwandelt. Als notwendige Kittsubstanz dient Methyl-cyanacrylat. Anwendung nur bei Frakturen kleinerer Knochen.
Vorteil: Übungsstabilität, keine Materialentfernung (29).

XI) Kindliche Frakturen

Indikation zu operativem Vorgehen:
- gelenknahe - und Gelenkfrakturen
- Epiphysenlösungen
- dislozierte, nicht reponierbare Schaftfrakturen
- Polytrauma (pflegerische Gründe)

Ziel: Idealstellung der Fraktur, Bewegungsstabilität (42, 56, 80, 85, 93, 103).

XII) Alter Mensch

Operationsindikation richtet sich nach Operationsfähigkeit, wobei differenzierte Anästhesiemethoden und postoperative Intensivtherapie in vielen Fällen doch einen operativen Eingriff ermöglichen (202). Wichtig ist auch eine postoperative Thrombose- und Embolieprophylaxe (18).

Vorteil: mögliche Frühmobilisation zur Vermeidung von Bettlägerigkeit (44).

Ziel: Belastungsstabilität (meist durch Verbundosteosynthese). Kein Eingreifen bei eingestauchten Frakturen (171).

Bei der postoperativen Nachbehandlung alter Menschen ergeben sich besondere intensivmedizinische Probleme:
- Exsiccose
- geringe Kreislaufkompensation
- Eiweißmangel
- Altersherz
- Gefäßsklerose
- instabiler Blutdruck
- Lungenemphysem mit pulmonalen Ventilationsstörungen
- eingeschränkte Nierenfunktion. (46)

Gerade die letztgenannten Beispiele zeigen, daß für jeden Menschen und jede Fraktur individuell das Operationsverfahren ausgewählt werden muß, mit dem die größtmögliche Stabilität bei anatomisch achsengerechter Reposition erreicht werden kann, um Fehlschläge zu vermeiden (159).

Besondere Probleme ergeben sich durch das Material der Implantate. Trotz Entwicklung inerter Legierungen kommt es in ca. 5 % der Osteosynthesen zur Metallose.

Durch Beschädigung der Oberfläche des Implantats bei der Verankerung, durch mechanische Überbeanspruchung korrodiert das Implantat. Es bildet zusammen mit dem umgebenden Gewebe ein galvanisches Element (ähnlich wie in einer Batterie). Durch Neutronenaktivierungsanalyse konnte die dabei erfolgende Ionenwanderung nachgewiesen werden. Die

dadurch bedingte pH-Veränderung im Gewebe schädigt die Zellen. Das Implantat verliert durch diese Vorgänge an Festigkeit, in Extremfällen bricht es.
Ziel weiterer Forschung ist es, ein stabiles und korrosionsunempfindliches Material zu entwickeln (38, 81, 174, 175, 176, 214).

Bei jedem Knochenbruch entsteht auch ein Weichteilschaden. Bis 4 Stunden nach dem Unfall hat sich das Wundhämatom voll ausgebildet, die verletzten Gefäße kontrahieren und dilatieren sich abwechselnd, es entsteht eine Gewebsazidose und Verteilungsstörungen der Elektrolyte. Eine gesteigerte Kapillarpermeabilität führt zum Gewebsödem. Durch anaeroben Stoffwechsel fällt vermehrt Lactat an. Bis 48 Stunden nach dem Trauma herrscht eine katabole Stoffwechsellage vor. Ab 3. Tag kommt es zur Gefäßproliferation in das geschädigte Gewebe, die Azidose nimmt ab, die Durchblutung bessert sich (60).

Eine unfallverletzte Extremität bildet somit ein höheres Operationsrisiko, wenn man die gestörten Stoffwechselvorgänge berücksichtigt, wie z.B. ein Körperabschnitt, bei dem routinemäßig eine orthopädische Operation (z.B. Hüftgelenksersatz) vorgenommen wird (125, 156).

Unter Berücksichtigung des Weichteiltraumas sollte eine knochenchirurgische Operation nicht zwischen der 6. und 72. Stunde nach dem Unfall durchgeführt werden (196).
Günstigster Zeitpunkt: sofort nach dem Trauma.

Gefahren einer Operation im Weichteilödem:
- Verstärkung des Ödems durch weitere Gewebsschädigung in einem Circulus vitiosus
- Wundschluß spannungsfrei nicht möglich
- verminderte Durchblutung (60)

Es gibt verschiedene Standardzugänge durch die Weichteile zum operativen Aufsuchen der verschiedenen Frakturen:
Grundsätzlich soll in den Gewebssepten präpariert werden und

nicht mitten durch die Muskulatur. Zur besseren Knochenernährung sollte das Periost belassen werden. Bei langer Operationsdauer sollten die Weichteile durch Spülen mit Ringer-Lösung feucht gehalten werden. Um am Knochen arbeiten zu können, müssen die Weichteile beiseite gedrängt werden, allerdings äußerst vorsichtig. Zur Versorgung der Weichteile gehört auch Rekonstruktion von Nerven und Gefäßen.

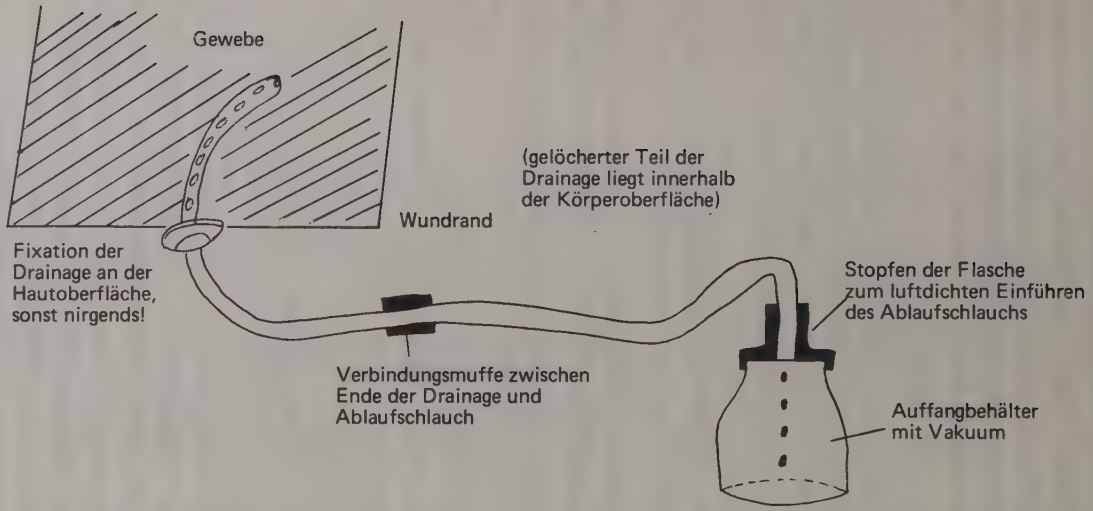
Der wirkliche Grad der Weichteilschädigung wird häufig unterschätzt: die Dislokation des Knochens im Moment des Bruchs ist meist schwerer als die bei Klinikaufnahme des Patienten noch sichtbare "Restdislokation" (teilweise Spontanreposition) (77, 196).
Das ganze Ausmaß von Weichteilkontusionen wird meist erst nach einiger Zeit sichtbar.

Ein Gefäßschaden (direkte Zerreißung, Anspießung, Intimariß mit sekundärer Thrombose) erfordert zunächst ein Angiogramm und anschließende rasche Versorgung, sonst droht ein postischiämisches Syndrom durch Minderdurchblutung (43, 197).

Bei Nervenschaden kann eine spannungsfreie primäre Naht des gerissenen Nerven versucht werden; meist erfolgt jedoch eine sekundäre Nerventransplantation, besonders dann, wenn eine größere Nervenstrecke irreversibel geschädigt ist (50).

Zur postoperativen Sekretabsaugung aus dem Wundgebiet dient die Saugdrainage nach REDON (siehe Abbildung 7).

Diese Drainage wurde nach strömungsphysikalischen Untersuchungen entwickelt. Der Durchmesser der Saugöffnungen muß vom Anfang zum Ende der Drainage stetig zunehmen, damit an allen Stellen eine Saugwirkung besteht (101). Das Ende der Drainage wird nicht durch die Wunde selbst, sondern über eine Stichinzision durch gesundes Gewebe nach außen geführt und an einer Vakuumflasche angeschlossen. Alle Gewebsschichten, in denen es zur Nachblutung kommen kann, sollen ausreichend drainiert sein (z.B. subfascial, epifascial). Werden - bei intaktem Sog - weniger als 5 ml Sekret in 24 Stunden gefördert, kann



Prinzip der Saugdrainage nach REDON

Abbildung 7

die Drainage am 2. bis 3. postoperativen Tag entfernt werden (212). Durch eine liegende Drainage besteht für eine Wunde kein erhöhtes Infektionsrisiko. Durch rechtzeitige Ableitung von Wundsekreten wird im Gegenteil verhindert, daß der Kontakt verschiedener Gewebsschichten untereinander und mit dem Knochen durch zwischengelagerte Flüssigkeitsschichten aufgehoben wird (100). Man kann auch die Spitzen der entfernten Redondrainagen bakteriologisch untersuchen und kann so evtl. Wundinfektion sehr frühzeitig vor Auftreten klinischer Symptome erkennen und gezielt antibiotisch behandeln (117).

Um die Übersichtlichkeit im Operationsgebiet zu verbessern, kann an den Extremitäten eine Blutleere (Gliedmaße mittels Binde ausgewickelt, dann Blutsperre mittels pneumatischer Binde über den systolischen Blutdruck hinaus) angelegt werden, ohne daß dadurch das spätere Wundheilungsergebnis negativ beeinflußt wird (118).

Zum Tibialis-anterior-Syndrom kann es - wegen der lokalen Fascienverhältnisse - nach Tibiaosteosynthesen kommen. Die Weichteile in der starren lateralen Fascienloge des Unterschenkels schwellen an, der gesteigerte Gewebsdruck führt zu sehr schmerzhaften Fibularisparese mit Sensibilitätsverlust über der ersten Digitalfalte und Kompression der A. dorsalis pedis. Wenn die Fascia tibialis anterior nicht sofort notfallmäßig gespalten wird, entstehen irreversible Weichteilnekrosen und Kontrakturen (79).

Bei besonders schweren - geschlossenen - Weichteilschäden wird auch empfohlen, eine sekundäre Osteosynthese ca. 5 bis 20 Tage nach dem Unfall durchzuführen (187).

Auch kann ein Fixateur externe angelegt werden, der operative Eingriff wird dann auf ein Minimum reduziert und nur wenig Fremdmaterial in die Weichteile gebracht. Optimal ist diese Art der Frakturfixation nur am Unterschenkel (84).

1.2.5 Offene Fraktur

I) Schweregrade

- Grad I: eine Knochenspitze durchbohrt die Haut über der Fraktur von innen nach außen.
- Grad II: zusätzlich zum Grad I bestehen Haut- und Muskelkontusionen.
- Grad III: die Fraktur ist meist zersplittert, zusätzlich zu schweren Haut- und Muskelzerstörungen sind Gefäße und Nerven verletzt. (1, 75, 136)

II) Risiken

Der frakturierte Knochen steht in direktem Kontakt mit der Außenwelt. Infektionsgefahr am Unfallort und im Krankenhaus (dann mit therapieresistenten Hospitalkeimen!).

Der sehr starke Weichteilschaden bei offenen Frakturen bedingt schwere Wundheilungsstörungen und erhöhte Gefahr der Osteomyelitis (siehe 1.3.3) (13, 39).

III) Behandlungsverfahren

- am Unfallort:
  Fraktur im vorgefundenen Zustand belassen, zweckmäßige Ruhigstellung. Reposition, d.h. Verwandlung der offenen in eine geschlossene Fraktur nur, wenn Gefäße abgedrückt werden und ein längerer Transport ins Krankenhaus bevorsteht. Bei einer Reposition am Unfallort werden schnell zusätzliche Weichteilschäden gesetzt. Außerdem können Keime in die Tiefe der Wunde verschleppt werden. Es wurde jedoch nachgewiesen, daß bei 90 % der später als infiziert bezeichneten offenen Frakturen die Bakterien nicht beim Unfall, sondern durch Hospitalinfektion in die Wunde gelangten (13, 123, 196).

- im Krankenhaus:
  Wenn das 10 Stunden-Intervall nach dem Unfall nicht überschritten ist und keine lebensbedrohenden, vorrangig zu ver-

sorgende Körperhöhlen- oder Organverletzungen bestehen, sollen offene Frakturen sofort definitiv versorgt werden. Strengste Asepsis ist erforderlich. Die geschädigten Weichteile müssen schonend, aber umfassend saniert werden. Vollständige Ruhigstellung der Fraktur und Deckung mit vitalem Gewebe (13, 136, 137, 164, 177, 182).

Folgendes praktisches Vorgehen hat sich bewährt:
- Notverband am Unfallort oder sofort im Krankenhaus
- Röntgen (Verband belassen!)
- Herstellung von Asepsis (Schutzkleidung, Haube, Mundschutz, Handschuhe)
- Abnahme des Notverbands im OP-Vorbereitungsraum, Wundinspektion
- Entscheidung über Operationsindikation und Art der Operation
- Narkose
- Reinigung und sterile Rasur der Wundumgebung, Wunde mit Ringer-Lösung spülen
- Hautdesinfektion (Äther, Alkohol, Merfen)
- Abdecken mit OP-Tüchern und Klebefolie (58)
- Operation
  - Teil 1: Wundversorgung
    Excision, Débridement, Revision von Wundtaschen, Nekrosenabtragung, Spülung mit Ringer-Lösung
  - Teil 2: Wäsche- und Instrumentenwechsel
  - Teil 3: Frakturreposition
  - Teil 4: Osteosynthese: je nach Art der Fraktur geschlossene Marknagelung, Minimalosteosynthese durch Verplattung oder Verschraubung
- postoperative Nachbehandlung, ggf. Antibiotikaschutz, Lagerung Ruhigstellung, Bewegungstherapie erst nach abgeschlossener Wundheilung (13, 135, 136, 164, 177)

Möglichkeiten der Versorgung offener Frakturen

I) Sofortige primäre Osteosynthese

Im 8 Std. - Intervall nach dem Trauma.

Vorteil: geringere postoperative Infektionsrate, Verbindung

der notwendigen Weichteilsanierung mit der operativen Frakturstabilisierung, gute funktionelle Ergebnisse (13, 136, 149, 188).

II) Verzögerte Osteosynthese

Wundversorgung, Ruhigstellung der Fraktur mit konservativen Methoden, nach Primärheilung der Unfallwunde Osteosynthese.

Vorteil: jederzeit mögliches Nachdébridement der Wunde, sämtliche, erst später ersichtliche Nekrosen können entfernt werden.
Unbedingte Voraussetzung: aseptischer Verbandwechsel!
Osteosynthese, wenn Patient in besserem Allgemeinzustand (z.B. Schwerverletzter) (35, 164).

III) Konservative Behandlung

Eigentlich "pseudokonservativ", weil operative Wundversorgung, aber konservative Frakturenstabilisierung (24).

Vorteil: Vermeidung zusätzlichen Weichteilschadens durch den operativen Eingriff, kein Fremdmaterial in die Wunde.
Anwendung bei offenen Frakturen leichten Grades im Kindesalter (24), bei inoperablen Verletzten (119, 187).

Operationsmethoden

Je nach Situs der Weichteilverletzung muß der Zugangsschnitt variieren, ggf. Entlastungsschnitte. Manchmal muß an atypischer Stelle Osteosynthesematerial angebracht werden (177).

I) bei Frakturen I. Grades genügen Wundexcision, geschlossene Marknagelung, primäre Wundnaht (13, 35, 39).

II) bei Frakturen höheren Schweregrades Verschraubung, Verplattung als Minimalosteosynthese, k e i n e Marknagelung (Infektionsgefahr). Vorrangig sind Gefäß- und Nervenverletzungen (13, 35, 39, 136).

III) Nervenverletzungen:

- Neurolyse: Revision extranervaler Nervenstrukturen
- Nervennaht (wenn ohne Spannung möglich)
- Nerventransplantation (50)

IV) Venenverletzungen:

Bei Venenzerreißung, Venenkompression, Thrombose, Gefäßrevision, Thromboseprophylaxe mit Heparin, Dextranen (ohne nachteiligen Einfluß auf die Wundheilung) (131).

V) Arterielle Verletzungen:

treten in ca. 20 % der offenen Frakturen höheren Schweregrades auf! Angiographie - Toleranzgrenze 4 Stunden - zuerst Frakturstabilisierung, dann Gefäßrekonstruktion (197).

VI) Wundschluß:

Bei offenen Frakturen häufig schwierig wegen der Weichteilzerstörungen. Die Naht muß unbedingt spannungsfrei sein, zu empfehlen ist atraumatisches Nahtmaterial 4-0 bis 5-0 (es kann nicht zu fest angezogen werden, weil es sonst reißt). Notfalls müssen Entlastungsschnitte erfolgen, Fasciennähte unterbleiben. Erzwungen werden darf der Wundschluß keinesfalls, sonst muß die Wunde offen bleiben. Alle Wundtaschen sollen ausreichend drainiert werden.

Bei besonders schweren Weichteildefekten erfolgt eine spätere sekundäre Hautplastik (13, 35, 200).

Bei Verbrennungen erfolgt der Zugangsschnitt vom gesunden Gewebe aus (35).

Sind tiefe Gewebsschichten, z.B. Muskel, zerstört, kann die Fraktur durch Muskeltransposition gedeckt werden (65).

Bei Frakturen Grad III bewährt sich auch eine Anwendung des Fixateur externe (35).

1.2.6 Nachbehandlung

Um die Funktion der verletzten Extremität so weit als möglich wiederherzustellen, muß mit der Nachbehandlung bei jeglicher Frakturenbehandlung sofort begonnen werden.

Durch isometrische Übungen vermeidet man frühzeitigen Muskelschwund (Anspannen der Muskulatur ohne Bewegung) und übt einen physiologischen Gelenk- und Muskelreiz aus.

Massagen sind kontraindiziert.

Bei fester Fraktur schließen sich isotone Übungen an.

Laufende röntgenologische Stellungskontrollen der Fraktur sind wichtig!

Bei der Nachbehandlung osteosynthetisierter Frakturen unterscheidet man verschiedene Phasen:

I) Zeit bis zur Wundheilung:
Hochlagerung der Extremität und Ruhigstellung. Isometrische Übungen nur bis zur Schmerzgrenze.

II) Zeit nach Wundheilung, bis zur Belastung:
Isotone Übungen und Interferenzstrom (Jonomodulation)

III) Belastung:
Stufenweise ansteigende Teil- bis zur Vollbelastung über einen längeren Zeitraum.

1.3 Infektion

1.3.1 Systematik

Man unterscheidet:

- örtliche und generalisierte Infektion
- Mono- und Mischinfektion (ein bzw. mehrere Erreger)
- primäre und sekundäre Infektion (am Unfallort bzw. im Krankenhaus)

Definitionen:

- Kontamination: Befall mit Erregern, ohne daß Symptome auftreten
- Pathogenität: Maß für Schädigungsfähigkeit eines Erregers
- Virulenz: durch systemische und lokale Faktoren begünstigt, wird ein zunächst harmloser Erreger pathogen.
- pyogene I.: eitrig (rahmiger Eiter, Abszeß, Phlegmone, Empyem). Beispiel: Streptokokken
- putritide I.: durch gewebezerstörende Fäulniserreger bei stark verschmutztem Gewebe und vielen Nekrosen. Kennzeichen: starke Exsudation, großflächiger Befall der Wundumgebung, vermehrte Nekrosenbildung, ödematöse und hochrote Gewebsschwellung, Neigung zur Generalisierung.
  Beispiel: Pseudomonas pyocyaneus
- anaerobe Infektion: bei vielen Nekrosen oder starkem Befall mit sauerstoffzehrenden Erregern. Beispiel: Clostridium tetanie

Unterscheide: septische Wundheilungsstörungen durch Wundinfektion, aseptische Wundheilungsstörungen (z.B. Wundruptur aus mechanischen Gründen, Metallose als Fremdkörperreaktion des Gewebes auf Metallimplantate) (1, 75)

1.3.2 Infizierte Wunde

Definition: Eindringen von Bakterien, Viren (28) oder giftigen Stoffen von außen oder vom Körperinnern auf dem Blut- oder Lymphweg in die Wunde (182).

Ursachen:

- Fehler in der Operationsaseptik
- mangelhafte Krankenhaushygiene
- gewebszerstörendes Operieren
- Verschleppung von Hautkeimen in die Wunde
- unwirksame Antibiotikatherapie
- immunologische Störungen

siehe 1.3.4 und 1.3.5 (169)

Formen:

- Eiterung
- Abszeß
- Phlegmone
- Empyem
- Erysipel
- Nekrose (1, 75)

Heilung:

per secundam (siehe 1.1.3)

Erregerspektrum:

Staphylokokken (49 - 77 %)
E. coli, Proteus, Enterokokken, Klebsiellen, Streptokokken (zusammen bis zu 50 %)
Häufung der Wundinfektionen bei alten Menschen (20 %), im Frühjahr und Herbst (Ursache: verminderte Infektabwehr)
Störfaktoren der Wundheilung siehe 1.1.3 (4, 51, 151, 169).

Infektionsquellen:

Haut des Patienten, Respirationstrakt von Arzt, Schwester, Patient, Hände aller Beteiligten (51, 130).

Vermeidung von Wundheilungsstörungen durch Wundinfektion:

- optimale Aseptik und operative Technik
- richtige bauliche Konzeption des Operationstrakts
- Operationsdisziplin
- kurze praeoperative Liegezeiten
- sorgfältige praeoperative Körperhygiene
- Substitution von fehlenden Gerinnungsfaktoren
- evtl. Antibiotikaprophylaxe (siehe 1.3.5) (3, 68, 76).

Therapie:

- Ruhigstellung
- sekretentfernende Verbandtechnik mit häufigen Verbandwechseln unter sterilen Kautelen
- Drainage von Abszeßhöhlen
- Behebung systemischer Störfaktoren (z.B. Anämie, Eiweißmangel)
- nach Resistenztestung gezielte Antibiotikatherapie
- nach Abklingen der Infektion ggf. Sekundärnaht wegen des dann besseren kosmetischen Ergebnisses. (67, 76)

1.3.3 Infizierte Osteosynthese, Osteomyelitis

1.3.3.1 Infizierte Osteosynthese

Definition:

Postoperative Komplikation nach Osteosynthesen mit Infektion von Weichteilen und/oder Knochen.

Zeichen:

Sekundäre Wundheilung, Wundeiterung, ggf. Osteomyelitis.

Therapie:

Bei erhaltener Stabilität der Osteosynthese und guter Stellung der Fraktur wird das Implantat belassen und eine Saug-Spül-

Drainage nach WILLENEGGER für ca. 1 - 4 Wochen angelegt. Erst nach Frakturkonsolidierung Entfernung des Implantats, anschließend erneut Saug-Spül-Drainage zur völligen Herdsanierung.

Bei instabiler Osteosynthese und ungünstiger Frakturstellung wird das Osteosynthesematerial entfernt, die Infektzone des Knochens radikal ausgeräumt, autologe Spongiosa implantiert und eine erneute operative Frakturstabilisierung durchgeführt (Osteosynthese oder Fixateur externe). Anschließend Saug-Spül-Drainage und Wunde sekundär heilen lassen. In diesem Fall muß trotz des bestehenden Infekts eine Osteosynthese durchgeführt werden, um eine stabile Knochenheilung zu erzielen und so die Wundheilung zu fördern.

Komplikationen:

Sepsis 0,5 %
nachfolgend nötige Amputation 2,2 %
Pseudoarthrose 17,4 %
Fistelbildung und Eiterung 20 % (1, 34, 75, 136)

1.3.3.2 Osteomyelitis

Definition:

- akute O.: mit den Symptomen Rötung, Schwellung, Schmerzen, Funktionsbehinderung; Bakteriämie, Sepsis, Toxämie; sehr unterschiedliche Symptomatik je nach der Schwere des Knocheninfekts und der Abwehrlage des Patienten.
- chronisch-rezidivierende O.: Fistel mit livider Hautfärbung der Fistelumgebung
- chronische O.: makro- und mikroskopisch nekrotischer, durch Randsklerosierung abgekapselter, minderdurchbluteter Knochenbezirk (12).

Ätiologie:

- exogene Keimbesiedlung bei Unfall oder Operation
- wichtigste postoperative Komplikation der Osteosyntheseverfahren (12, 61).

Pathogenese (8, 61, 87):

- erhebliche Gewebsschädigung
- mechanische Unruhe im Verletzungsbereich
- hochvirulente Keime
- gestörte Abwehrvorgänge
- unzureichende Operations- und Stationshygiene
- sehr lange Operationsdauer
- reduzierter Zustand des Patienten
- lokale Durchblutungsstörungen
- gehäuftes Auftreten bei primär offenen Frakturen (12, 83)

Bakteriologie:

Häufigste Erreger sind Staphylokokkus aureus, Streptokokkus haemolytikus, Pneumokokkus, Pseudomonas pyocyaneus, E. coli.

Diagnose:

- klinische Diagnose durch Rötung, Schwellung, Schmerzen, Funktionsbehinderung, Fieber, Leukozytose
- röntgenologische Diagnose durch Aufhellungsbezirke im Knochen (oft unsicher, Nachweis auch meist erst ab 2. Krankheitswoche)
- Knochentomogramm, Knochenszintigramm, Knochenangiographie (12).

Verlaufsformen:

- aktue posttraumatische O.: Maködem, Markeiterung, subperiostale Blutung mit Durchbruch in die Weichteile, Knochennekrose
- chronisch - aggressive/persistierende/vernarbende O. (26)

Therapie:

- prophylaktische Maßnahmen: absolute Frakturstabilität, besonders aseptisches Vorgehen bei offenen Frakturen, Vermeidung der intraoperativen Keimverschleppung (12, 61, 83, 87, 181).

- Akutmaßnahmen:
  Saugspüldrainage nach WILLENEGGER (cave: Retention von Spülflüssigkeit!) (194, 209)
  ausreichend langer und wirksamer antibiotischer Schutz
  Sanierung des Entzündungsherds durch chirurgische Maßnahmen (Sequestrotomie, Fistelrevision mit radikalem Vorgehen!)
  Spongiosa- ggf. auch Hautplastik
  Incision von Abszessen (12, 32, 33, 34, 54, 87, 153, 209)

  Manche Autoren halten Revisionen und Sequestrotomien nicht für sinnvoll (49, 55).

Komplikationen:

- erneutes Rezidiv
- Verstopfung oder Dislokation der Saugspüldrainage
- Wiederholung der Spongiosaplastik erforderlich bei mangelhafter Heilung
- nicht kooperativer Patient. (54)

Grundsatz jeder Osteomyelitistherapie ist neben der Herdsanierung die absolute Frakturstabilisierung.

Seltene Spätkomplikationen:

- Fistelmalignom
- Amyloidose
- unbeherrschbare Allgemeininfektion
- Spätamputation (183)

1.3.4 Immunologie

Eine intakte Immunanlage des Patienten kann Wundheilungsstörungen verhindern.

Ein Mangel an "fibrinstabilisierendem Faktor (Faktor XIII)" kann durch Vererbung, Lebererkrankungen, Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, akute und chronische Nierenin-

suffizienz, Leukämie, Meningitis, TBC bedingt sein.
Die Wundheilung braucht ein stabiles Fibringerüst, dessen Bildung durch Faktor XIII beschleunigt wird. Sein Mangel kann mit den normalen Blutgerinnungsuntersuchungen nicht festgestellt werden. Er ist jedoch substituierbar (173, 184).

Bei Autoimmunkrankheiten und "iatrogenen" Eingriffen in die Immunabwehr, z.B. bei Transplantationen treten Wundheilungsstörungen vermehrt auf (19, 20, 63, 67, 68, 105, 150).

ES wird auch über Versuche berichtet, durch Gabe von Staphylokokkenvaccine eine verbesserte Abwehrlage des Patienten zu erreichen (124).

1.3.5 Antibiotikatherapie

Neben der Asepsis spielt die Antisepsis (Desinfektion und Antibiotikatherapie) in der Chirurgie eine sehr große Rolle. Dies zeigt auch der Vergleich der Wundheilungsstatistiken in der vorantibiotischen und der antibiotischen Ära (s. Abb. 24).

Man unterscheidet:
lokal und systemisch wirkende Antibiotika
bakteriostatisch (Hemmung des Bakterienwachstums) wirkende A.
bakterizide (Vernichtung des Bakteriums) wirkende A.
A. aus zahlreichen verschiedenen Substanzklassen sind bekannt. Ständig werden neue Präparate entwickelt (1, 75).

Lokale A.:

Verwendung intra- oder postoperativ, meist als Lösung in die einzelnen Wundschichten, als Spülung oder auf die Wundoberfläche gegeben. Spüldrainage nach Willenegger.
Anwendung erst nach Wundabstich gemäß der Resistenztestung (136, 143).
Sinnvoll als Spüldrainage bei infizierten Osteosynthesen (209), bei praeformierten, parenteral nicht erreichbaren Hohl-

räumen (z.B. Abszeßhöhlen) oder in nicht genügend durchbluteten Gebieten (z.B. Sequester, Gelenke) (213); eingearbeitet in das Material von Endoprothesen (langsame Antibiotikafreigabe nach Implantation) (30); bakterizide Antibiotikaspülung (30) der Operationswunde vor dem Wundschluß (1, 136, 169).

Systematische A.:

- Prophylaxe, d.h. Anwendung vor manifester Infektion zu deren vorsorglicher Verhinderung. Sinnvoll nur dann, wenn mit Sicherheit eine Infektion eintritt und ein Präparat verwendet wird, das gegen die wahrscheinlichen Erreger auch wirksam ist. Ist die Infektion schon eingetreten, dann liegt keine Prophylaxe, sondern bereits Antibiotikatherapie vor! Voraussetzungen eines prophylaktisch verwendbaren Antibiotikums: Wirksamkeit gegen grampositive und gramnegative Keime. Vor der ersten Antibiotikagabe sollte unbedingt ein Wundabstrich gemacht werden, nach Vorliegen des Antibiogramms muß ggf. das Präparat gewechselt werden (53, 84, 143, 182, 213).

  Nachteile der Antibiotikaprophylaxe: Die antibiotische Anbehandlung erschwert einen späteren Erregernachweis, oft werden unschädliche Keime vernichtet, wodurch das Wachstum pathogener Erreger gefördert wird, weil das bakterielle Gleichgewicht zerstört ist (182, 192).

  Beachte:
  Fehler der chirurgischen Technik können nicht durch Antibiotikatherapie behoben werden. Eine einmal infizierte Wunde wird durch kein Antibiotikum mehr steril (136, 169, 182).

  Antibiotikaprophylaxe sinnvoll in der Herzchirurgie, bei schweren Verbrennungen und offenen Frakturen (1).

  Um einen möglichst frühzeitigen Erregernachweis, und damit auch baldige Therapiemöglichkeit zu erhalten, wurde auch vorgeschlagen, die Spitze der entfernten Redondrainage bakteriologisch zu untersuchen (117).

  Die tatsächliche Antibiotikaanwendung ist in einzelnen Kliniken sehr unterschiedlich. Sie schwankt zwischen 10 % und 68 % (51).

- Therapie

Vorgehen:

- Wundabstrich
- Antibiogramm - Präparatauswahl
- Therapie

Kontrolle Therapieerfolg

Grundsätze:

Voraussetzungen des verwendeten Präparats sind

1. Empfindlichkeit der Erreger
2. ausreichende Knochenpenetrationsvermögen (z.B. Albiotic, Tetracycline, Stapenor, Ampicillin) (12)
3. Dosierung ausreichend hoch und lange
4. berücksichtige die verschiedenen Resorptions-, Diffusions- und Eliminationsverhältnisse der einzelnen Präparate.

Häufige Fehler:

- ungeeignetes Antibiotikum bei resistentem Erreger
- unerkannte und nicht therapierte Superinfektion (z.B. Mykose)
- Antibiotikum - parenteral verabreicht - erreicht zwar im Körper, ggf. in der Wunde jedoch nicht einen ausreichenden therapeutisch wirksamen Spiegel
- nicht berücksichtigte Abwehrlage des Organismus (bei schlechter Immunlage keine bakteriostatisch wirkenden Antibiotika) (53)

Gefahren:

- toxische Schädigung (neuro-, organ-, haematotoxisch)
- Allergien
- Schädigung durch Bakteriolyse
- Resistenzentwicklungen (121)
- Hospitalismus (siehe 1.3.6)
- postoperative Enterocolitis
- Vitaminresorptionsstörungen durch Veränderung der Darmflora
- Zunahme von Mykosen

- Verschleierung des Krankheitsbildes
- aseptische Wundheilungsstörungen, da das Antibiotikum den normalen Ablauf der Wundheilung stört (Störung der Fibroblasten und Kollagenbildung) (53).

Es wird auch vorgeschlagen, eine Antibiotikatherapie auf 24 Stunden prae- und 48 Stunden postoperativ zu beschränken. Intraoperativ bestünde dann bereits ein ausreichend hoher Blutspiegel, in der kurzen Zeit der Applikation sind schwerwiegende Nebenwirkungen noch nicht zu erwarten, eine evtl. Infektion hätte sich bis zu diesem Zeitpunkt auch manifestiert. Dieses Verfahren kann angewendet werden bei nicht ausreichend versorgbaren Unfallwunden, bei überschrittenem Intervall zur Primärversorgung und bei Operationen im bereits infizierten Gebiet (149, 186, 213).

Aus den vielen vorhandenen Präparaten sollte eine gezielte Auswahl zur routinemäßigen Anwendung getroffen werden (213). Steht kein Antibiogramm zur Verfügung, sollte ein Präparat mit breitem Wirkungsspektrum und geringstmöglichen Resistenzen verwendet werden, ggf. auch eine Antibiotikakombination. Werden sehr viele Antibiotika ziellos verwendet, entstehen sehr unerwünschte Resistenzen der Bakterien, so daß schließlich viele Präparate wirkungslos werden (143, 172). Einzelne Erreger sind z.B. gegen Penicillin bis 96 %, gegen Streptomycin bis 88 %, Tetracyclin bis 80 %, gegen Chloramphenicol bis 20 % resistent! Grund: sehr häufige Verwendung dieser Substanzen (51).

Jeder unnötige Kontakt zwischen Erreger und Antibiotikum muß unbedingt vermieden werden!

Es empfiehlt sich,ein Schema aufzustellen über Antibiotika der I. und II. Wahl und über Präparate für Sonderindikationen und sich bei jeder Therapieplanung an dieses Schema zu halten.

Häufig wichtiger als großangelegte Antibiotikatherapie ist eine gute lokale Wundbehandlung (136).

Angesichts der Zunahme der aseptischen Wundheilungsstörungen (z.B. Metallose, Virusinfekt, Mycose), die manchmal ähnliche Symptome wie septische Wundheilungsstörungen machen, ist eine Erregeraustestung vor der Therapie sehr wichtig und erspart unnötige Antibiotikagabe.

Einzelindikation zur Antibiotikatherapie sind häufig alte Menschen (Pneumonieprophylaxe) und Polytraumatisierte.

1.3.6 Hospitalismus

Definition:

Infektion mit besonders therapieresistenten Erregern im Krankenhaus.

Epidemischer H.: signifikante Infektionshäufung an einem begrenzten Ort innerhalb bestimmter Zeit, einheitlicher Erregertyp (138).

Heterogener H.: Zufallsinfektion nach aseptischen Operationen.

Der Hospitalismus ist also eine Schädigung, die durch die Besonderheit des Krankenhauses hervorgerufen wird (51, 130).

Infektionsherde:

- Nasen-Rachen-Raum von Personal und Patienten
- infizierte Wunden (130)

Maßnahmen:

- Verhinderung der Infektionsausbreitung
- Erkennen der Infektion
- Verhinderung von Resistenzentwicklungen durch Noninfektion (130): geringe praeoperative Liegedauer des Patienten, um Kontakt mit Hospitalkeimen weitgehend zu vermeiden. Antiseptische Vorbereitung des Operationsfeldes, ausreichende Körperhygiene, Desinfektion des OP-Gebiets im

OP-Trakt selbst:

2 mal Alkohol 70 % (140)
1 mal Jodanstrich
Hautfolie

während der Operation:

Wechsel des Skalpells nach dem Hautschnitt
OP-Kleidung: am besten bewähren sich kapuzenförmige OP-Hauben (25)
unbedingt gleichzeitig zwei Paar Handschuhe anlegen
(leichte Verletzungsgefahr in der Knochenchirurgie)
Mundschutz über Mund und Nase
defekte OP-Handschuhe müssen sofort gewechselt werden
vor dem Wundschluß routinemäßiger Handschuhwechsel (169)
steriler (!) postoperativer Verbandwechsel auf Station

nach der Operation:

Führen einer Wundheilungsstatistik durch einen speziell dafür ausgebildeten Arzt (Wundheilungsbuch) (169).

Räumliche Voraussetzungen

Es sollen vorhanden sein:

Schock- und Notfallbehandlungsraum
Trennung in aseptischen, bedingt aseptischen und septischen Operationsraum, ggf. auch hochaseptische "Sterilbox" (25).
OP-Schleusen zwischen sterilem und unsterilem Bereich
Klimaanlage mit laminarer Strömung und wenig Turbulenz (98, 99, 145)
(technisch sehr schwierig zu verwirklichen)
(Keime können durch die Zuluft als primäre Luftkeime oder durch Hochwirbeln im OP-Raum als sekundäre Luftkeime ins OP-Gebiet gelangen.) (25)

Besonders gefährdete Bereiche im OP:
(hier bei Abklatschversuchen häufiger Erregernachweis)

Tupfertrommel
Lampen
Hand des Anästhesisten

OP-Tisch
Blutdruckmanschette
Absaugvorrichtung am Narkosegerät (38)

Chirurgische Intensivtherapiestationen

Neben der Medizintechnik und ihren komplizierten Geräten besteht das besondere Problem dieser Stationen in der Vielzahl der Patienten auf engem Raum mit sehr verschiedenen Erkrankungen, die vom gleichen Personal versorgt werden müssen.

Beispiel für die Belegung einer chirurgischen Intensivstation:

I) Frischoperierter in der Aufwachphase
II) bewußtloser Schwerverletzter, beatmet, offene Frakturen
III) Pat. nach halbaseptischer OP (Galle)
IV) Pat. mit Verbrennungen
V) alter Patient nach Rectumamputation (septische OP)
VI) tracheotomierter Langzeitbeatmeter

Maßnahmen zur Einschränkung des Hospitalismus auf Intensivstationen:

- absolute bauliche Trennung von Aufwach- und Intensivbereich
- innerhalb der Intensivstation Trennung von septischen und aseptischen Fällen und von Langzeitbeatmeten
- regelmäßige Stationsdesinfektion
- ständige Händedesinfektion des Personals
- ausreichend Personal, so daß z.B. eine Schwester nicht gleichzeitig verschieden infektiöse Patienten zu versorgen hat
- Verwendung von Einmalartikeln
- Schutzkleidung auf der Intensivstation mit täglichem Wechsel
- Vermeidung der großen Visiten; nur die mit der Intensivtherapie befaßten Ärzte sollten daran teilnehmen
- ggf. UV-Schleusen (25, 48)

Allgemeinstationen

Die 1880 im Operationssaal erfolgte aseptische Revolution hat die Krankenstationen bis heute nicht erreicht (77).

Auf Allgemeinstationen müssen septische Patienten isoliert werden, die Stationen sollen locker belegt sein, kleine Krankenzimmer, Disziplinierung der Krankenhausbesucher, kontrollierte wirksame Klinikreinigung, Verbandwechsel mit Einmalhandschuhe Handwäsche nach jeder Verrichtung am Patienten, laufende bakteriologische Kontrollen, Weiterbildung des Krankenhauspersonals in Hygiene und Asepsis, zweckmäßige Krankenhausarchitektur und Gerätekonstruktion (66, 71, 98, 108, 167).

1.3.7 Seltene Wundinfektionen (Tetanus, Gasbrand)

1.3.7.1 Gasbrand

anaerobe Infektion, besonders bei ausgedehnten Nekrosen oder schwerer Minderdurchblutung, mit sehr hoher Letalität.

Erreger: Clostridium perfringens

Symptome: toxischer Schockzustand
Zerfall der Muskulatur im infizierten Gebiet mit Bildung feiner Gasbläschen (typischer Tastbefund)
im Röntgenbild gefiederte Muskulatur

Therapie: lokale Wundexcision
hochdosierte Antibiotika
hyperbare Oxygenation
frühzeitige Amputation (142, 165)

1.3.7.2 Tetanus

Besonders gefährdet sind offene Frakturen Grad II und III mit erheblichen Gewebsquetschungen, Fremdkörperretentionen, Verbrennungen. Auch hier handelt es sich um eine anaerobe Infektion. Entscheidend ist jedoch nicht nur der Befall der

Wunde mit dem Erreger (Clostridium tetanie), sondern das Intervall zwischen Infektion und Wundversorgung.

Eine sachgerechte Tetanusprophylaxe ist erforderlich (siehe Abbildung 8).

Impfart	Indikation	Durchführung
Grund-Immunisierung	Basisimpfung noch nicht immunisierter gesunder Patienten	Tetanol 3 x 0,5 ml (1. und 2. Impfung innerhalb 4 Wochen, 3. Impfung spätestens nach 12 Monaten) auch bei Graviden möglich
Auffrisch-Impfung	unvollständige Grundimmunisierung 5 - 12 Jahre zurückliegende vollständige Grundimmunisierung	Tetanol 1 x 0,5 ml
Schnell-Immunisierung	Verhütung des Spättetanus sonst nur prophylaktisch im Verletzungsfall	Tetanol 5 x 0,5 ml im Abstand von 2 Tagen
Simultan-Impfung	im Verletzungsfall bei unvollständiger oder lange zurückliegender Grundimmunisierung	Tetanol 1 x 0,5 ml Tetagam 1 x 250 E (menschl. Antiserum)

Tetanusprophylaxe

(mod. n. BEDACHT)

Abbildung 8

Neben den Impfmaßnahmen müssen
- eine sachgerechte Wundversorgung
- gezielte Antibiotikagabe (zur Vermeidung einer sauerstoffzehrenden Mischinfektion)

durchgeführt werden.

Die Erkrankung selbst verläuft in mehreren Stadien
- Prodromalstadium mit Kieferklemme
- Rigor der Muskulatur und Krämpfe
- Zwerchfellkrämpfe, Apnoe

Bei einer Inkubationszeit von weniger als 7 Tagen droht ein besonders foudroyanter Krankheitsverlauf.

Bei ausgebrochener Erkrankung besteht die Therapie neben der Herdsanierung in der Gabe von Tetanusantitoxin, Gamma-Venin, in schweren Fällen Tracheotomie, Relaxation, Langzeitbeatmung (15, 16, 73, 166, 193).

1.4 Schock

Es gibt verschiedene Schockformen:
- traumatisch-haemorrhagischer Schock
- toxischer Schock
- kardiogener Schock
- allergischer Schock (1, 75)

Nach Frakturen des Skelettsystems mit Weichteil- und Gefäßverletzungen kommt es häufig zum traumatisch-haemorrhagischen Schock.

Symptome:
- Blässe
- Schweißausbruch
- Tachykardie
- Hypotonie
- Oligo- bis Anurie (1, 2)

Komplikationen bei Schockdauer über 2 - 3 Stunden ohne Therapie:

- respiratorische Insuffizienz
- renale Insuffizienz
- Verbrauchskoagulopathie
- verminderte Infektresistenz durch Schädigung des RES (reticuloendotheliales System)

Ätiologie:

Der Blutverlust bedingt eine Verminderung der Sauerstoffträger, damit eine Hypoxie, metabolische Azidose, Kreislaufzentralisation und möglicherweise auch eine Schädigung der α- und ß-Rezeptoren (132).

Diagnose und Einteilung des Schweregrads:

$$\text{Schockindex} = \frac{\text{Puls}}{\text{systolischer Blutdruck}} \quad (2,36)$$

Normalwert: 0,5
Schockgefahr: 1,0
manifester Schock: 1,5 (siehe Abb. 9)

Zentraler Venendruck (ZVD), gemessen über einen Venenkatheter, in der V. cava superior, im Schock erniedrigt.

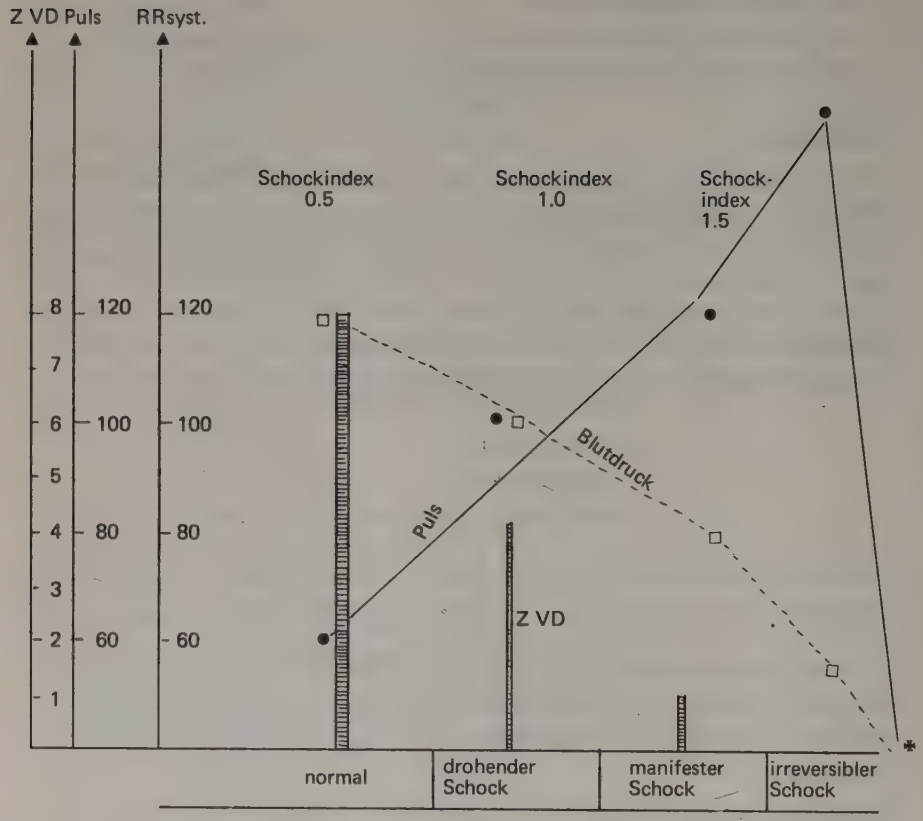
Mittels Herzathetrisierung (Einschwemmkatheter über die V. femoralis) können die Druckverhältnisse im Herzen zuverlässig bestimmt und ein Schockzustand frühzeitig erkannt werden (36, 132).

Blutgasanalyse

Therapie:

Volumensubstitution mit Plasmaexpandern, Plasma, Bluttransfusion
Flüssigkeits- und Elektrolytsubstitution (Elektrolytverschiebungen auch im Extrazellulärraum)
Stabilisierung der Respiration (ggf. Sauerstoffbeatmung)
Substitution von Gerinnungsfaktoren und Thrombozyten (bei Verbrauchskoagulopathie), z.B. durch Frischbluttransfusion, Thrombozytenkonzentrat (31)

$$\text{Schockindex} = \frac{\text{Puls}}{\text{Systolischer Blutdruck}}$$



Kreislaufparameter im Schock (nach Allgöwer)

Abbildung 9

Fettembolie:

Ätiologie:
Gering emulgierte Fettröpfchen treten im Gefäßsystem auf und können wegen ihrer Größe einen bestimmten Gefäßabschnitt nicht passieren, wobei es hier dann zur Ischiämie kommt.
Unterscheide:
- Fettembolie: klinisch - chemischer Nachweis der gering emulgierten Fettröpfchen (Gurt-Test)
- Fettemboliesyndrom: Zeichen der pulmonalen und zerebralen Schädigung (Dyspnoe, Tachypnoe, Tachykardie, Bewußtseinsstörungen bis zur Bewußtlosigkeit, petechiale Hautblutungen), d.h. insgesamt ein klinisch schwerwiegender Befund (selten)

Ca. 60 % der schwer Knochenverletzten machen eine klinisch stumme Fettembolie durch (11, 59, 128).

Die genaue Entstehungsursache der Fettembolie ist umstritten:

1. Fermenttheorie:
   Fett, welches aus dem Knochenmark ins Gefäßsystem kommt, löst eine überschießende Lipasereaktion aus, wodurch Depotfette freigesetzt werden und das Blutfett entemulgiert sind (47).

2. kolloidchemische Theorie:
   Im traumatisierten Gewebe wird Fett entemulgiert. Begünstigt wird das durch Änderung der Oberflächenspannung der Bluteiweißkörper, Änderung des pH-Werts. Eine Reemulgierung ist nicht möglich (59).

Der genaue Zusammenhang zwischen Schock und Fettembolie ist noch ungeklärt, statistisch gehäuft treten jedoch Fettembolien bei Schockzuständen auf: bei fulminantem Verlauf mit sofortigem Exitus, sonst mit zerebralen und neurologischen Ausfällen und respiratorischen Störungen, die ggf. auch nur leichter, klinisch schwer erkennbarer (5, 11, 62).

Therapie:
- Volumenersatz
- Frakturstabilisierung
- Behebung der Hypoxie
- Kalorienzufuhr, um Fettsäuremobilisierung zu vermeiden
- lipostabil (hochungesättigte Fettsäuren)
- Beseitigung von Störungen der Mikrozirkulation (2, 6, 11, 62)

Laborchemischer Nachweis:
Gurt-Test (Triglyzeride auf Blutausstrich) (89)

1.5 Polytrauma

Definition:

Gleichzeitige Verletzung mehrerer Körperabschnitte oder Körperhöhlen durch ein Schadenereignis bei einem Patienten.

Man unterscheidet drei Schweregrade:

I) leicht verletzt: Prellungen, Schürfungen, Wunden, Knochenbrüche, Distorsionen, Schädel-Hirn-Trauma I. Grades

II) schwer verletzt: ausgedehnte Wunden, offene Frakturen, Schock, Schädel-Hirn-Trauma II. Grades

III) schwerstverletzt: Wunden mit gefährlichen Blutungen, Trümmer- und Kompressionsfrakturen, Thorax- und Bauchverletzungen, Schädel-Hirn-Trauma III. Grades (179)

Besondere Situation beim Polytraumatisierten:
- respiratorische Insuffizienz (durch Thoraxverletzungen oder zentrale Atemstörungen, Aspiration, Schocklunge)
- meist schwerer Schockzustand
- häufig Fettembolie
- Störungen der Blutgerinnung durch Verbrauchskoagulopathie

- Niereninsuffizienz durch Schock (Grenze der wirksamen Nierenperfusion bei 80 mm Hg systolischem Blutdruck)
- Störungen des Zentralnervensystems (Bewußtseinsstörungen bis zum spallischen Syndrom) (52, 96, 104, 129)

Erstversorgung:

- Maßnahmen der Reanimation
  Atemwege frei machen
  Beatmen
  Circulation (ABC - Schema)
- Schockbekämpfung (123, 211)
- Versorgung der vital gefährdenden Verletzungen (arterielle Blutungen usw.)
- bei gleichzeitig mehreren Knochenverletzungen frühestmögliche Osteosynthese anzustreben
  Kontraindikationen: Volumenmangelschock
  Anurie
  Sepsis

Für das polytraumatisierte Kind gilt:

- bei dem geringeren kindlichen Blutvolumen wird der Blutverlust meist unterschätzt
- große kindliche Körperoberfläche führt zu raschem Temperaturverlust
- große Hydrationsinstabilität mit nur geringen Reserven im Puffersystem (70, 88)

2. Fragestellungen

Diese Arbeit wurde an einem Grundkrankenhaus der Versorgungsstufe I angefertigt. Bekanntlich setzt die "AO" strenge Maßstäbe an die Durchführung der operativen Knochenchirurgie.

Durch die Einweihung der letzten Baustufen des Kreiskrankenhauses Bogen im Dezember 1977 ergab sich Gelegenheit zum Rückblick auf die bisherige operative Tätigkeit, speziell in der Knochenchirurgie.

Ich möchte daher überprüfen, ob die Voraussetzungen für eine so anspruchsvolle Chirurgie wie die Knochenchirurgie auch abseits der großen medizinischen Zentren in kleineren Krankenhäusern gegeben sein können und welche Operationsergebnisse dabei herauskommen.

Besondere Fragestellung:

- Bedeutung der Wundheilung für das Endergebnis einer Osteosynthese
- Von welchen Faktoren hängt die Wundheilung bei unfallchirurgischen Patienten ab?
- Unfallursachen
- Wundheilungsergebnisse bei offenen Frakturen, geschlossenen Frakturen, unterschiedlich großen Frakturen
- Wundheilungsergebnisse in Abhängigkeit von der Art der Fraktur, Liegedauer, Antibiotikaanwendung, Operationsmethoden, Polytrauma, Geschlecht, Alter, Jahreszeit, Vorerkrankungen, Mehrfachoperationen (Zweitosteosynthesen)
- Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Sammelstatistiken anderer Kliniken.

3. Untersuchungsgut und Methodik

Aus den Operationsbüchern der Jahre 1973 bis 1977 wurden alle Patienten herausgesucht, bei denen knochenchirurgische Operationen durchgeführt worden waren. Krankengeschichten, Ambulanzkarten und Röntgenbilder dieser Patienten wurden aus den verschiedenen Archiven entnommen und gemäß folgendem Fragenschema von jedem Patienten eine Karteikarte angelegt:

- Name, Alter, Geschlecht
- Vorerkrankungen
- Unfalltag und Unfallursache
- alle Verletzungen und Unfallfolgen, auch soweit sie nicht den Bewegungsapparat betreffen
- prae- und postoperative Liegedauer
- Zahl und zeitlicher Abstand der Operationen
- Jahreszeit, in der die Operation durchgeführt wurde
- operationstechnische Daten (aus dem Operationsbericht)
- prae- und postoperative Therapie (vor allem Antibiotika, Infusionen, Transfusionen, Medikamente)
- Lokaltherapie
- medicomechanische Nachbehandlung
- Wundabstrich und Antibiogramm

Das Wundheilungsergebnis wurde definiert:

"pp" (per primam intentionem): aneinanderliegende Wundränder, keine klinischen oder bakteriologischen Zeichen einer Wundinfektion

"ps" (per secundam intentionem): bakteriologische oder klinische Zeichen einer Wundinfektion, ausgeprägte Wundrandnekrosen mit Nahtdehiszenz, Wundphlegmone, Abszeß. Im Vergleich zum Normalfall der störungsfreien Wundheilung erheblich verzögerter und therapiebedürftiger Heilungsverlauf.

Zur objektiven retrospektiven Feststellung des Wundheilungsverlaufs aus den Krankengeschichten dienten nicht nur die Bewertung der Wundheilung im abschließenden Arztbrief bei Entlassung des Patienten.

Zusätzlich wurden ausgewertet: Art und postoperative Dauer der Verbandwechsel, Datum der Fädenentfernung, Angaben über Abszeßspaltung, Tamponadewechsel, Ergebnis von Wundabstichen, Fieberkurve, postoperativer Leukozytenanstieg, Beginn der medicomechanischen Nachbehandlung (eine Behandlung im Bewegungsbad setzt stabile Wundheilung voraus).

Die Operationen wurden zweckmäßigerweise in mehrere Kategorien eingeteilt:
- große Operation: Osteosynthese
- mittlere Operation: Materialentfernung, ggf. mit Osteotomie
- kleiner Eingriff: Wunderstversorgung (z.B. bei offenen Frakturen), Wundrevision bei Wundheilungsstörungen

Bei dieser Einteilung der Operationen wird die Größe des Operationstraumas und die Länge der Operation berücksichtigt.

Offene Frakturen wurden eingeteilt (siehe auch 1.2.5):
Grad I: Hautläsion mit Durchspießung des Knochens von innen nach außen
Grad II: zusätzlich zum Grad I. Weichteilkontusion
Grad III: zusätzlich zum Grad II schwere Gefäß- und Nervenverletzung

Wundabstriche wurden regelmäßig bei klinischem Verdacht auf Wundinfektion durchgeführt. Für die Antibiogramme wurden ausgetestet:
- Ampicillin
- Carbenicillin
- Cephalotin
- Chloramphenicol
- Gentamycin
- Lincomycin
- Oxacillin
- Penicillin
- Bactrim
- Eusaprim
- Tetracyclin

In besonderen Fällen erfolgte auch die - für ein kleineres

Krankenhaus technisch aufwendige - Identifizierung des Erregers.

Definition des Schockstadiums (siehe 1.4):
- Stadium I: Schockindex bis 1,0
- Stadium II: Schockindex bis 1,5
- Stadium III: kaum meßbarer peripherer Blutdruck

4. Ergebnisse

4.1 Unfallursachen
- siehe Abbildung 10 -

Über ein Drittel aller Unfälle (38,2 %) sind Verkehrsunfälle, ein weiteres Drittel (32,8 %) häusliche Unfälle, Sportunfälle 16,2 % (im Einzugsbereich des Krankenhauses Bogen liegt ein bekanntes Skigebiet des Bayerischen Waldes), Arbeitsunfälle 4,6 % und landwirtschaftliche Unfälle 6,2 %.

Diese Zahlen beziehen sich nicht auf das Gesamtpatientengut, sondern nur auf die knochenchirurgisch versorgten Patienten.

Bei den nach Verkehrsunfall eingelieferten Patienten finden sich die meisten Polytraumatisierten. Besonders häufig verunglücken Motorradfahrer und erleiden offene Frakturen und sehr schwere Schädel-Hirn-Traumen.

Von den Arbeitsunfällen im versicherungsrechtlichen Sinn wurden die sog. Wegeunfälle abgetrennt und den Verkehrsunfällen zugeschlagen, da die Unfallmechanismen der Wegeunfälle die gleichen sind wie die der Verkehrsunfälle.

4.2 Knochenbruchbehandlung am Kreiskrankenhaus Bogen

Die chirurgische Abteilung des Kreiskrankenhauses Bogen hat 63 Planbetten und steht seit 17 Jahren unter der Leitung von Herrn Chefarzt Dr.med. L.Dietl. Während einer längeren Ausbauperiode, die sich auch auf die Jahre 1973 bis 1976 erstreckte, waren ambulanter, stationärer und operativer Bereich der Abteilung sehr beengt. Seit Dezember 1976 verfügt die chirurgische Abteilung nun über ausreichende Patientenzimmer, die eine Absonderung der

Unfallursachen

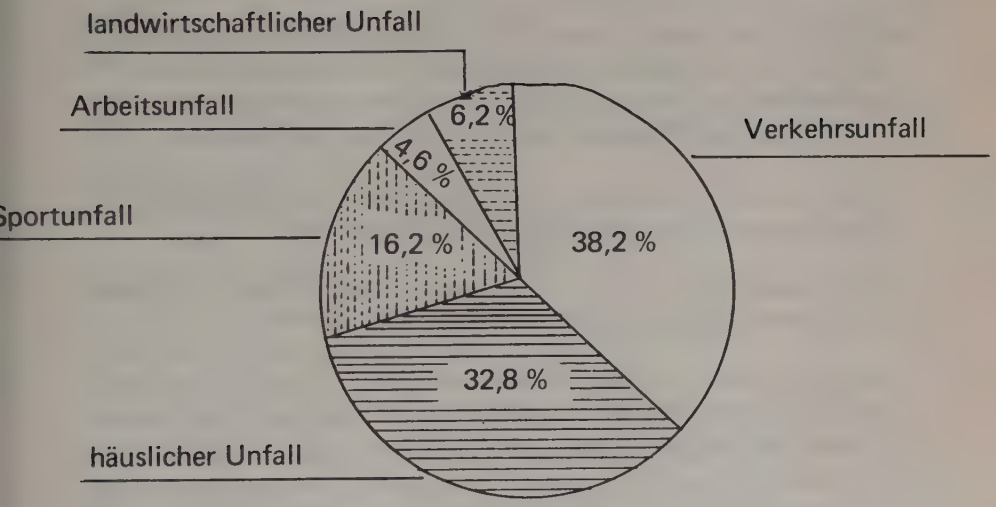


Abbildung 10

septisch Kranken ermöglichen. Die Patienten sind in Zwei- bis Drei-Bettzimmern untergebracht.

Der Operationstrakt wurde völlig neu gestaltet. Es stehen zur Verfügung:
- hochaseptischer Knochen-OP mit aseptischem Gipsraum
- halbaseptischer - bauchchirurgischer OP
- septischer OP

Die Ambulanz verfügt über einen Schockraum und einen Verbandraum für die ambulanten Patienten.

Septischer und aseptischer OP besitzen Personal- und Patienten- und Instrumentenschleusen. Im gesamten Operationsbereich wird - farblich je nach Reinheitsgrad des Raumes unterschiedliche - Schutzkleidung getragen.

3 Sterilisatoren und ein "Sterilraum" zur Aufbewahrung der verschiedenen Siebe ergänzen die Ausstattung.

Die Klimaanlage ist völlig unabhängig vom übrigen Lüftungsnetz des Krankenhauses.

Eine hygienische Kontrolle der gesamten chirurgischen Abteilung einschließlich Personal und Klimaanlage durch das Institut für Hygiene und medizinische Mikrobiologie der Universität München im Januar 1978 erbrachte ein Ergebnis, das im Durchschnitt anderer Krankenhäuser liegt. Als besonders gefährdete Bereiche wurden erkannt:
- Waschbecken
- OP-Schuhe
- Narkosegerät

Operationsbetrieb: Wegen personeller Unterbesetzung muß der unfallchirurgische Operationsbetrieb auf zwei Tage der Woche, Dienstag und Donnerstag, beschränkt werden. Bedrohliche Notfälle einschließlich offener Frakturen und Wundversorgungen sind davon natürlich ausgenommen und werden gleich versorgt.

Zur Nachbehandlung der Patienten, insbesondere auch der Polytraumatisierten, steht eine interdisziplinäre, nach neuesten Erkenntnissen ausgestattete Intensivstation zur Verfügung.

Operative Vorbereitung des Patienten:
- Laborscreening
- Flüssigkeits- und Elektrolytausgleich
- Schockbekämpfung
- Ruhigstellung und Hochlagerung der verletzten Extremität durch Braunsche Schiene, Reparil-Verband, Tanderil

am Tag vor der Operation
- wenn möglich, Vollbad
- Rasur des zu operierenden Körperabschnitts auf Station, sofort anschließend Merfen-Anstrich und steriler Verband

vor der Operation
Hautdesinfektion: 2 x Alkohol 70 %
2 x Merfen orange
grundsätzlich Hautfolie
Lagerung (Extensionstisch und C-Bogen für intraoperative Röntgenkontrollen vorhanden)

Narkose (bisher keine selbständige Anästhesieabteilung, daher führt seit 16 Jahren Oberpfleger H. Lobmeier die Narkosen durch)
Ätherinhalationsnarkosen bei Kindern bis zum 8. Lebensjahr
Masken- und Intubationsnarkosen mit Halothan oder Ethrane,
Neuroleptnarkosen mit Fentanyl und DHB, Kurznarkosen mit Trapanal
Relaxation mit Succinylcholin
bei besonders gefährdeten, z.B. alten Patienten, Lokalanästhesie
(Infiltrationsanästhesie mit Novocain 1 % ohne Adrenalinzusatz) bei Schenkelhalsnagelungen nach PUGH und geschlossenen Oberarmnagelungen nach RUSH.

Das Operationsinstrumentarium besteht aus dem vollständigen, von der AO entwickelten und der Fa. Synthes vertriebenen In-

strumentensatz einschließlich sämtlicher Platten, Schrauben, Küntscher Nägel (siehe Abbildung 6). Außerdem werden Oberarmnägel nach RUSH sowie Laschengleitnägel nach PUGH verwendet.

Nahtmaterial: Seide, Catgut, Dexon, Vicryl, Mersilene (bis 1975) in Fadenstärken von 0-0 bis 6-0.
Haut: Seide
Subcutan: Catgut
Fascie: Vicryl, Dexon
Muskel: Catgut
Periost: Dexon

Operationsmethoden entsprechen, ebenso wie der Zugangsschnitt, den Empfehlungen der AO im "Manual der Osteosynthese" (136). Grundprinzip ist rasches und gewebsschonendes Operieren. Blutstillung erfolgt meist durch Umstechung und Unterbindung, seltener durch Elektrokoagulation. Bei unübersichtlichem Operationssitus an Hand und Fuß wird eine Blutleere angelegt. Redon-Drainagen werden bei nicht exakt stillbaren Blutungen, nach Operation in Blutleere, sonst jedoch meist nicht, angelegt und am zweiten bis dritten postoperativen Tag entfernt.

Der Operationszugangsschnitt wird schichtweise primär verschlossen, wobei meist in die einzelnen Schichten Double-Mycin^{R} in Substanz gegeben wird. Die Hautnaht erfolgt mittels Einzelkopfnähten, bei langen Wunden durch Rückstichnaht nach DONATHI oder ALLGÖWER.

Bei ungestörter Wundheilung werden die Fäden am 9. - 11. Tag entfernt.

Offene Frakturen: Gleich nach Einlieferung des Verletzten werden Röntgenaufnahmen angefertigt, wobei der Verband belassen wird. Anschließend erfolgt im aseptischen OP eine Wundversorgung o h n e Osteosynthese. Die Ruhigstellung der Fraktur erfolgt, je nach Gegebenheiten, mittels Drahtextension oder gefenstertem und gespaltenem Gips. Die Osteosynthese wird erst nach Primärheilung der Unfallwunde durchgeführt.

Postoperative Therapie: Hochlagerung der operierten Extremität, häufig prophylaktische Antibiotikagabe, Reparil, Frubiase-Calzium-forte-Ampullen; Belassen des OP-Verbands so lange als möglich, ab ca. 5. postoperativen Tag erfolgt offene Wundbehandlung.

Physikalisch-therapeutische Nachbehandlung: Zunächst isotone, dann isometrische Übungen im Liegen. Nach stabiler Wundheilung und Entfernung der Fäden aktive Bewegungsübungen, ggf. auch im Bewegungsbad. Bei drohenden Weichteilatrophien und Störungen der Innervation Wechselstrombehandlung (Jonomodulation).

4.3. Wundheilungsergebnisse

4.3.1 Wundheilungsergebnisse bei offenen Frakturen (siehe Abbildung 11)

Von den insgesamt 23 offenen Frakturen verteilten sich

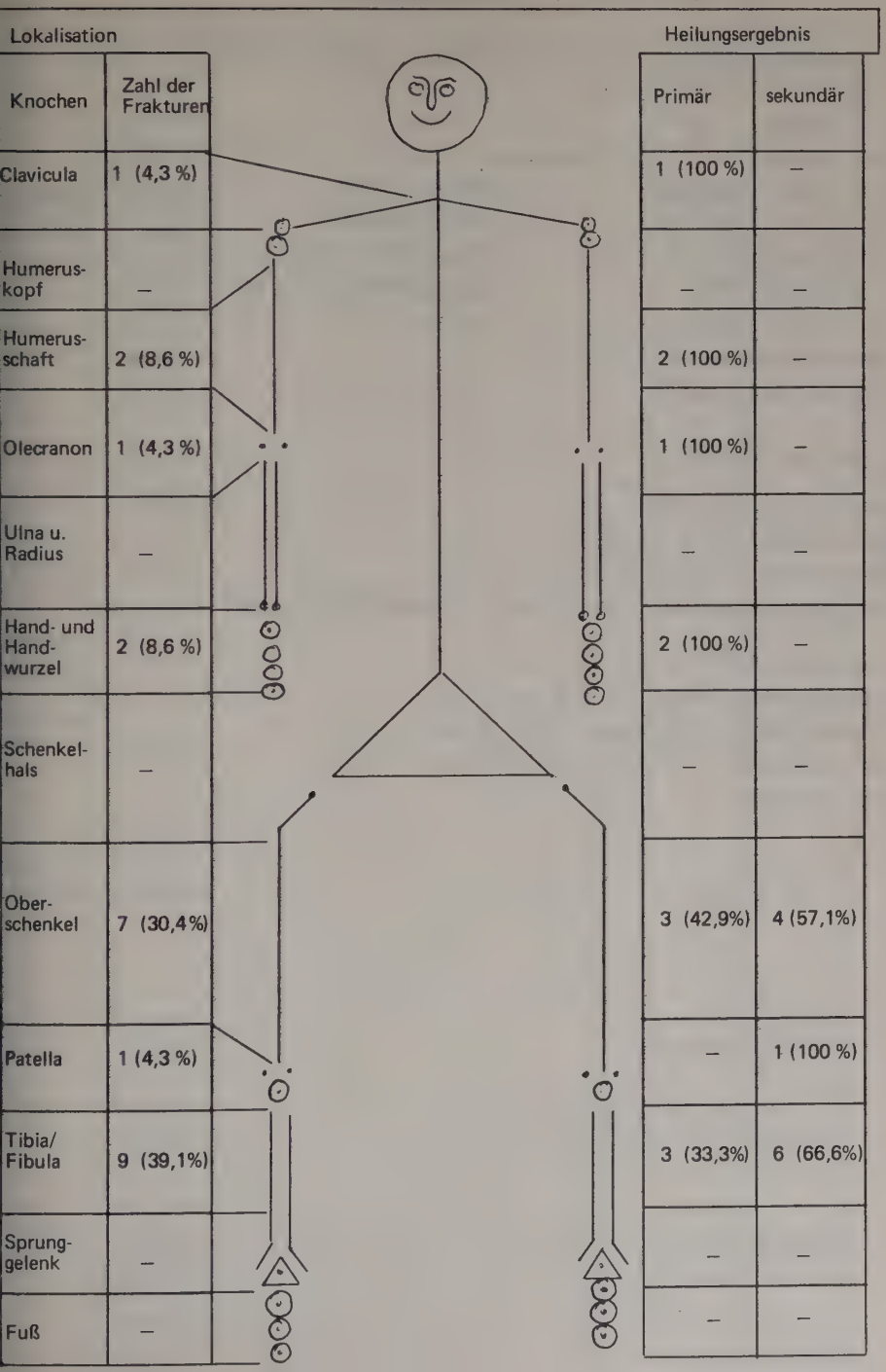
4,3 % auf Clavicula
8,6 % auf Humerusschaft
4,3 % auf Olecranon
8,6 % auf Hand und Handwurzel
30,4 % auf Oberschenkel
4,3 % auf Patella
39,1 % auf Tibia bzw. Fibula

Wundheilungsergebnis:

Clavicula, Humerusschaft und Olecranon, Handwurzel 100 % pp,
Oberschenkel 42,9 % pp, 57,1 % ps
Patella 100 % ps
Tibia und Fibula 33,3 % pp, 66,6 % ps

Abbildung 11

Offene Frakturen (n = 23 = 100 %)



Lokalisation		Heilungsergebnis	
Knochen	Zahl der Frakturen	Primär	sekundär
Clavicula	1 (4,3 %)	1 (100 %)	–
Humeruskopf	–	–	–
Humerusschaft	2 (8,6 %)	2 (100 %)	–
Olecranon	1 (4,3 %)	1 (100 %)	–
Ulna u. Radius	–	–	–
Hand- und Handwurzel	2 (8,6 %)	2 (100 %)	–
Schenkelhals	–	–	–
Oberschenkel	7 (30,4%)	3 (42,9%)	4 (57,1%)
Patella	1 (4,3 %)	–	1 (100 %)
Tibia/Fibula	9 (39,1%)	3 (33,3%)	6 (66,6%)
Sprunggelenk	–	–	–
Fuß	–	–	–

Summe

PP	PS
12 (52,2%)	11 (47,8%)

4.3.2 Wundheilungsergebnisse bei geschlossenen Frakturen
(siehe Abbildung 12)

Von den insgesamt 415 geschlossenen Frakturen entfallen auf:

Clavicula 14,3 %
Humeruskopf 10,8 %
Humerusschaft 6,5 %
Olecranon 1,5 %
Ulna und Radius 2,2 %
Hand und Handwurzel 1,9 %
Schenkelhals 9,8 %
Oberschenkel 17,8 %
Patella 2,2 %
Tibia/Fibula 26 %
Sprunggelenk 6,5 %
Fuß 0,5 %

Heilungsergebnis:

Clavicula 100 % pp
Humeruskopf 97,8 % pp, 2,2 % ps
Humerusschaft 96,3 % pp, 3,7 % ps
Olecranon, Radius, Handwurzel, Schenkelhals jeweils 100 % pp
Oberschenkel 96 % pp, 4 % ps
Patella 88,9 % pp, 11,1 % ps
Tibia/Fibula 72,2 % pp, 27,8 % ps
Sprunggelenk 77,8 % pp, 22,2 % ps
Fuß 100 % pp

Abbildung 12

Geschlossene Frakturen (n = 415 = 100 %)

Lokalisation		Heilungsergebnis	
Knochen	Zahl der Frakturen	Primär	Sekundär
Clavicula	59 (14,2%)	59 (100%)	–
Humeruskopf	45 (10,8%)	44 (97,8%)	1 (2,2%)
Humerusschaft	27 (6,5%)	26 (96,3%)	1 (3,7%)
Olecranon	6 (1,5%)	6 (100%)	–
Ulna und Radius	9 (2,2 %)	9 (100 %)	–
Hand u. Handwurzel	8 (1,9%)	8 (100%)	–
Schenkelhals	41 (9,8%)	41 (100%)	–
Oberschenkel	74 (17,8%)	71 (96%)	3 (4%)
Patella	9 (2,2%)	8 (88,9%)	1 (11,1%)
Tibia/Fibula	108 (26 %)	78 (72,2%)	30 (27,8%)
Sprunggelenk	27 (6,5%)	21 (77,8%)	6 (22,2%)
Fuß	2 (0,5 %)	2	–

Summe

PP	PS
373 (89,9%)	42 (10,1%)

4.3.3 Wundheilungsergebnisse bei verschieden großen Eingriffen (siehe Abbildung 13)

Bei den Primärheilungen entfallen auf:

Clavicula: 65 % große, 35 % mittlere Eingriffe

Humeruskopf: 71,1 % große, 26,9 % mittlere Eingriffe

Humerusschaft: 58,6 % große, 34,5 % mittlere, 3,4 % kleine Eingriffe

Ellbogen: 71,4 % große, 14,3 % mittlere Eingriffe

Unterarm: 55,5 % große, 44,4 % mittlere Eingriffe

Hand: 60 % große, 30 % mittlere Eingriffe

Schenkelhals: 90,2 % große, 9,8 % mittlere Eingriffe

Oberschenkel: 56,8 % große, 30,9 % mittlere, 4,9 % kleine Eingriffe

Patella: 90 % große Eingriffe

Unterschenkel: 46,5 % große, 30,9 % mittlere, 4,9 % kleine Eingriffe

Sprunggelenk: 44,4 % große, 37,5 % mittlere Eingriffe

Fuß: 100 % große Eingriffe

Bei den Sekundärheilungen entfallen auf:

Humeruskopf: 2,2 % große Eingriffe

Humerusschaft: 3,4 % große Eingriffe

Ellbogen: 14,3 % große Eingriffe

Hand: 10 % mittlere Eingriffe

Oberschenkel: 2,4 % große, 4,9 % kleine Eingriffe

Patella: 10 % kleine Eingriffe

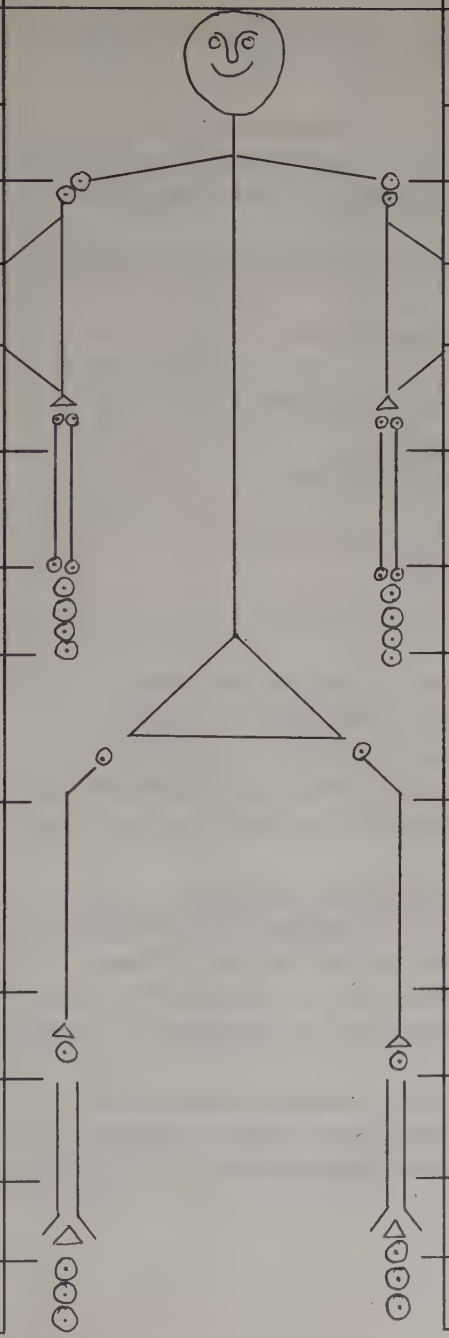
Unterschenkel: 10,5 % große, 11,4 % mittlere, 9,6 % kleine Eingriffe

Sprunggelenk: 18,5 % große, 3,7 % mittlere Eingriffe

Abbildung 13

Frakturlokalisation, Größe des Eingriffs, Wundheilung

Primärheilung				Sekundärheilung		
Eingriff groß	Eingriff mittel	Eingriff klein		Eingriff groß	Eingriff mittel	Eingriff klein
39 65 %	21 35 %	–		–	–	–
32 71,1 %	12 26,6%	–		1 2,2%	–	–
17 58,6 %	10 34,5%	1 3,4 %		–	1 3,4 %	–
5 71,4 %	1 14,3%	–		1 14,3 %	–	–
5 55,5 %	4 44,4%	–		–	–	–
6 60 %	3 30 %	–		–	1 10 %	–
37 90,2 %	4 9,8 %	–		–	–	–
46 56,8 %	25 30,9%	4 4,9 %		2 2,4 %	–	4 4,9 %
9 90 %	–	–		–	–	1 10 %
53 46,5 %	22 19,3%	3 2,6 %		12 10,5 %	13 11,4 %	11 9,6 %
12 44,4 %	9 37,5 %	–		5 18,5 %	1 3,7 %	–
1 100 %	–	–		–	–	–



4.3.4 Art der Fraktur, Liegedauer und Wundheilung
(siehe Abbildung 14)

offene Frakturen: 52,2 % heilen pp, 47.8 % ps
geschlossene Frakturen: 94,5 % heilen pp, 5,5 % ps
insgesamt heilen 90,7 % aller Frakturen pp, 9,3 % ps

Von den Frakturen mit Primärheilung entfallen auf:
offene Frakturen 5,1 %
geschlossene Frakturen 94,9 %

Von den Frakturen mit Sekundärheilung entfallen auf:
offene Frakturen 45,8 %
geschlossene Frakturen 54,2 %

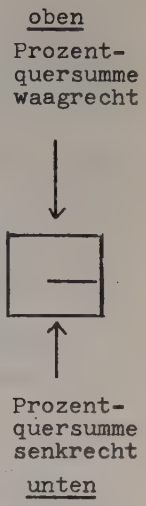
Vom Gesamtpatientengut entfällt auf
offene Frakturen 8,9 %
geschlossene Frakturen 91,1 %

Die praeoperative Liegedauer betrug bei
offenen Frakturen mit pp Heilung 8,2 Tage
offenen Frakturen mit ps Heilung 34,8 Tage
geschlossenen Frakturen mit pp Heilung 7,1 Tage
geschlossenen Frakturen mit ps Heilung 10,9 Tage

Die postoperative Liegedauer betrug bei
offenen Frakturen mit pp Heilung 54,6 Tage
offenen Frakturen mit ps Heilung 117,8 Tage
geschlossenen Frakturen mit pp Heilung 38,0 Tage
geschlossenen Frakturen mit ps Heilung 71,8 Tage

Die durchschnittliche Liegedauer betrug bei
offenen Frakturen praeoperativ 20,9, postoperativ 84,8 Tage
geschlossenen Frakturen praeoperativ 7,4, postoperativ 39,5 Tage

	Primär-heilung	Sekundär-heilung	Summe
Fallzahl offene Fraktur	12 — 52.2% / 5.1%	11 — 47.8% / 45.8%	23 — 100 % / 8.9%
Liegedauer praeoperativ	8,2 Tage	34,8 Tage	20,9 Tage
Liegedauer postoperativ	54,6 Tage	117,8 Tage	84,8 Tage
Fallzahl geschlossene Fraktur	223 — 94.5% / 94.9%	13 — 5.5% / 54.2%	236 — 100 % / 91.1%
Liegedauer praeoperativ	7,1 Tage	10,9 Tage	7,4 Tage
Liegedauer postoperativ	38,0 Tage	71,8 Tage	39,5 Tage
Summe	235 — 90.7% / 100 %	24 — 9.3% / 100 %	259 — 100 % / 100 %



Art der Fraktur, Liegedauer und Wundheilung

Abbildung 14

4.3.5 Antibiotikaanwendung und Wundheilung
(siehe Abbildung 15)

Praeoperativ erhielten 96,2 % der Patienten mit pp- und 100 % der Patienten mit ps-Heilung kein systemisches Antibiotikum. Nur 3,8 % der Patienten mit pp- und 0 % der Patienten mit ps-Heilung erhielten praeoperativ ein Antibiotikum.

Ohne praeoperative Gabe von Lokalantibiotika heilten 97,9 % der pp-Wunden und 91,7 % der ps-Wunden.

Postoperativ erhielten systemische Antibiotika:
88,5 % der pp- und 91,7 % der ps-Heilungen

Postoperativ erhielten lokale Antibiotika:
64,7 % der pp- und 95,8 % der ps-Heilungen

	Heilung →	primär	sekundär	Summe
praeoperativ	ohne system. A.	226 (96.2%)	24 (100 %)	250 (96.5%)
	mit system. A	9 (3.8%)	0	9 (3.5%)
	ohne lokale A.	230 (97.9%)	22 (91.7%)	252 (97.3%)
	mit lokalen A.	5 (2.1%)	2 (8.3%)	7 (2.7%)
postoperativ	ohne system. A.	27 (11.5%)	2 (8.3%)	29 (11.2%)
	mit system. A	208 (88.5%)	22 (91.7%)	230 (88.8%)
	ohne lokale A.	83 (35.3%)	1 (4.1%)	84 (32.4%)
	mit lokalen A.	152 (64.7%)	23 (95.8%)	175 (67.6%)
	Summe (Fallzahl)	235 (100 %)	24 (100 %)	259 (100 %)

Antibiotikaanwendung und Wundheilung

Abbildung 15

4.3.6 Operationsmethoden und Wundheilung (siehe Abbildung 16)

86,5 % der Patienten erhielten eine Vollnarkose, davon 90,3 % der pp- und 58,5 % der ps-Heilungen.

In Lokalanästhesie wurden insgesamt 13,5 % der Eingriffe, davon 9,7 % der pp- und 41,5 % der Ps-Heilungen durchgeführt.

Blutleere wurde in 4,3 % (4,3 % bei pp-und 3,8 % bei ps-Heilung) angelegt.

Drainagen erfolgten in insgesamt 3,8 %, bei pp-Heilung 3,6 %, bei ps-Heilung 5,7 %.

Intraoperative Gabe eines Lokalantibiotikums in insgesamt 56 % der Fälle, davon 55,6 % der pp- und 58,5 % der ps-Heilungen.

Nach der AO-Technik wurden 50,6 % der Eingriffe durchgeführt, davon 55,6 % der pp- und 39,6 % der ps-Heilungen.

	Primär-heilung	Sekundär-heilung	Summe
Vollnarkose	354 (90.3%)	31 (58.5%)	385 (86.5%)
Lokalanästhesie	38 (9.7%)	22 (41.5%)	60 (13.5%)
Blutleere	17 (4.3%)	2 (3.8%)	19 (4.3%)
Redondrainage	14 (3.6%)	3 (5.7%)	17 (3.8%)
inkaoperative Gabe eines Lokalantibio-ticums	218 (55.6%)	31 (58.5%)	249 (56.o%)
OP nach AO-Technik	204 (55.6%)	21 (39.6%)	225 (50.6%)
Gesamt - OP Zahl	392 (100 %)	53 (100 %)	445 (100 %)

Operationsmethoden und Wundheilung

Abbildung 16

4.3.7 Polytrauma und Wundheilung
(siehe Abbildung 17)

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 66 Patienten mit Polytrauma durch Osteosynthesen versorgt. In der Letalitätsstatistik nicht aufgeführt wurden alle die Patienten, die nach Polytrauma im Krankenhaus o h n e Osteosynthese versorgt wurden.

Insgesamt hatten 30,3 % einfache, 13,6 % komplizierte und 56,0 % Mehrfachfrakturen.

Weichteilverletzungen hatten 28,8 % der Patienten, Verletzung der inneren Organe einschließlich des Gehirns 75,8 %.

Im Schockstadium I befanden sich 57,6 % der Patienten, Stadium II 33,3 % und Stadium III 9,1 %.

81,8 % der Patienten waren männlich, 18,2 % weiblich.

In 15,2 % bestand vitale Gefahr, bei 34,8 % der Patienten Bewußtlosigkeit, respiratorische Insuffizienz mit notwendiger künstlicher Beatmung in 9,1 %.

Die Gesamtzahl der Operationen (nicht nur der Knochenchirurgischen) betrug bei 21,2 % 1 OP, 50 % 2 OP, 15,2 % 3 OP, 10,6 % 4 OP und 3,0 % mehr als 4 OP.

Postoperativer Exitus nach durchgeführter Osteosynthese 1,5 %.

Bei 60 Patienten mit Polytrauma kam es zur pp-Heilung bei 6 Patienten zur ps Heilung.

Von den Patienten mit Primärheilungen entfallen auf:

Einfache Frakturen 31,6 %, komplizierte Frakturen 10 %, Mehrfachfrakturen 58,3 %
Weichteilverletzungen 23,3 %
Verletzung der inneren Organe einschließlich Gehirn 73,3 %

Schockstadium I. Grades 61,6 %
II. Grades 31,6 %
III. Grades 6,6 %

Männliche Patienten 83,3 %, weibliche 16,6 %

Vitale Gefahr bei 1 %, Bewußtlosigkeit bei 33,3 % resp. Insuff. 5 %.
1 Op pro Patient 33,3 %, 2 Op 48,3 %, 3 Op 13,3 %, 4 Op 11,6 % und mehr als 4 Op 3,3 %

postoperativer Exitus 1,6 %

Von den Sekundärheilungen entfallen:

Einfache Frakturen 16,7 %, komplizierte Frakturen 50 %, Mehrfachfrakturen 33,3 %
Weichteilverletzungen 83,3 %
Verletzung der inneren Organe einschließlich Gehirn 100 %

Schockstadium Grad I 16,6 %
Grad II 50 %
Grad III 33,3 %

Männliche Patienten 66,6 %, weibliche 33,3 %

Vitale Gefahr bei 66,6 %, Bewußtlosigkeit bei 50 %, respitatorische Insuffizienz 50 %.

Pro Patient 2 OP 66,6 %, 3 OP 33,3 %

postoperativer Exitus 0 %

	Heilung → / Verletzung ↓	primär	sekundär	Summe
Verletzung Bewegungsapparat	einfache Fraktur	19 (31.6%)	1 (16.7%)	20 (30.3%)
	komplizierte Fraktur	6 (10 %)	3 (50 %)	9 (13.6%)
	Mehrfachfrakturen	35 (58.3%)	2 (33.3%)	37 (56.0%)
Sonst. Verletzung	Weichteilverletzungen	14 (23.3%)	5 (83.3%)	19 (28.8%)
	innere Organe einschl. Gehirn	44 (73.3%)	6 (100 %)	50 (75.8%)
Schockstadium	I	37 (61.6%)	1 (16.6%)	38 (57.6%)
	II	19 (31.6%)	3 (50 %)	22 (33.3%)
	III	4 (6.6%)	2 (33.3%)	6 (9.1%)
Geschl.	♂	50 (83.3%)	4 (66.6%)	54 (81.8%)
	♀	10 (16.6%)	2 (33.3%)	12 (18.2%)
Vitalfraktionen	vitale Gefahr	6 (10 %)	4 (66.6%)	10 (15.2%)
	Bewußtlosigkeit	20 (33.3%)	3 (50 %)	23 (34.8%)
	respiratorische Insuffizienz	3 (5 %)	3 (50 %)	6 (9.1%)
Zahl der Operationen	1	14 (33.3%)	-	14 (21.2%)
	2	29 (48.3%)	4 (66.6%)	33 (50 %)
	3	8 (13.3%)	2 (33.3%)	10 (15.2%)
	4	7 (11.6%)	-	7 (10.6%)
	> 4	2 (3.3%)	-	2 (3.0%)
	postoperativer Exitus	1 (1.6%)	-	1 (1.5%)
	Summe Patienten	60 (100 %)	6 (100 %)	66 (100 %)

Polytrauma und Wundheilung

Abbildung 17

4.3.8 Geschlecht, Alter und Wundheilung
(siehe Abbildung 18)

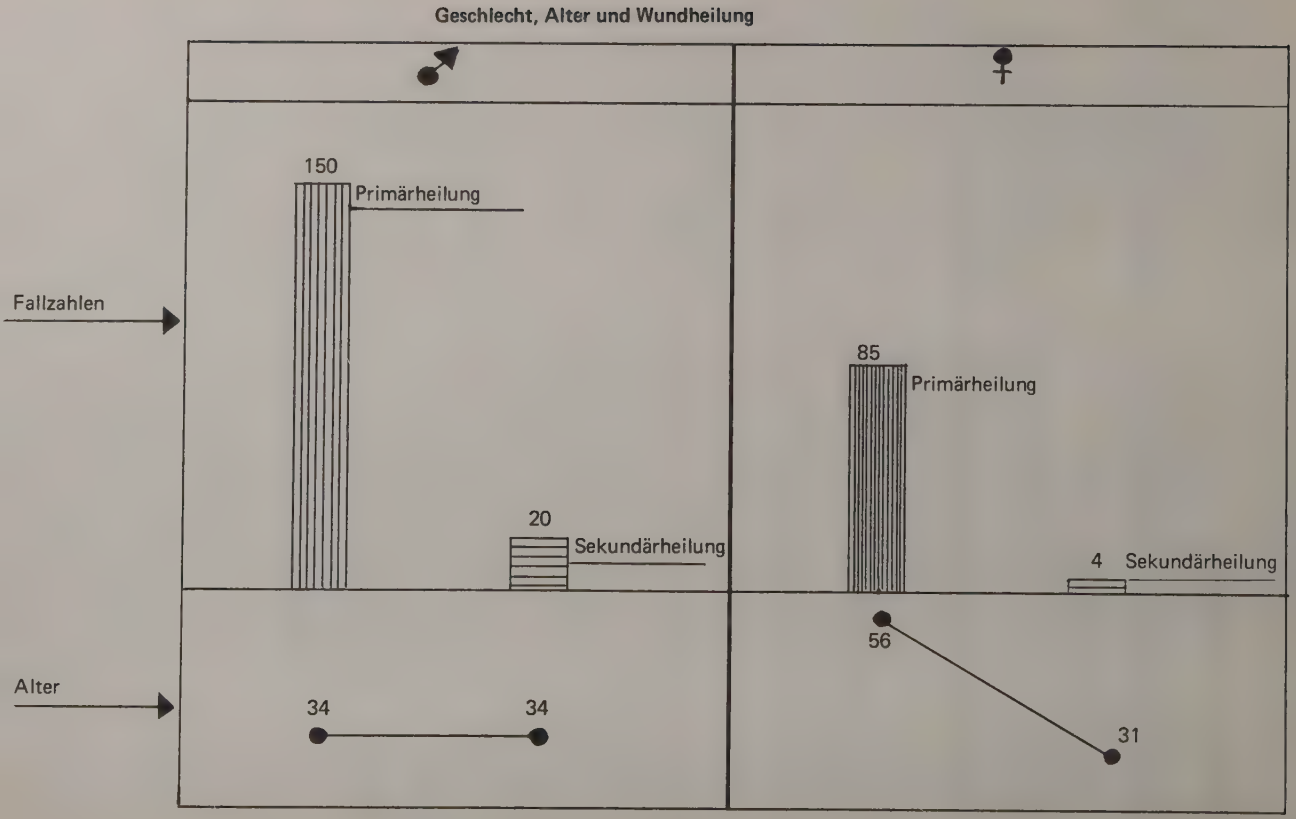
Männliche Patienten:

150 Patienten mit Primärheilung, Altersdurchschnitt 34 Jahre
20 Patienten mit Sekundärheilung, Altersdurchschnitt 34 Jahre

Weibliche Patienten:

85 Patientinnen mit Primärheilung und Altersdurchschnitt 56 Jahre
4 Patientinnen mit Sekundärheilung und Altersdurchschnitt 31 Jahre

Abbildung 18



4.3.9 Jahreszeit und Wundheilung
(siehe Abbildung 19)

Primärheilungen entfallen auf

Frühjahr	31,9 %
Sommer	19,6 %
Herbst	20,9 %
Winter	27,5 %

Sekundärheilungen entfallen auf

Frühjahr	20,8 %
Sommer	33,3 %
Herbst	29,1 %
Winter	16,6 %

Jahreszeit und Wundheilung

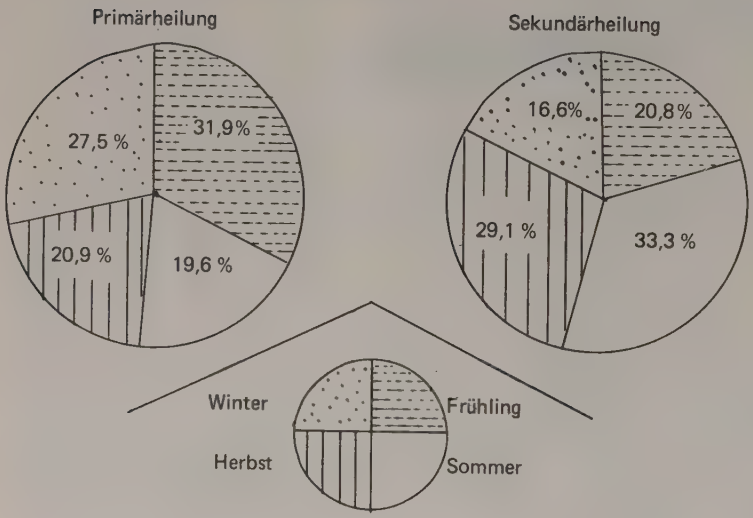


Abbildung 19

4.3.10 Vorerkrankungen und Wundheilung
(siehe Abbildung 20)

Als Stoffwechselkrankheiten wurden Diabetes mellitus, Hyperuricämie, Leberschaden (laborchemisch oder bioptisch gesichert) zusammengefaßt.

Als Marasmus senile wurde ein Abbauzustand bei alten Menschen, soweit nicht durch Karzinom bedingt, bezeichnet.

K e i n e Begleitkrankheiten hatten 41,7 % der pp- und 62,5% der ps-Heilungen.

Im einzelnen entfallen auf:

Stoffwechselkrankheiten 28,9 % pp-, 25 % ps-Heilungen

Harnwegsinfekt 6 % pp-, 0 % ps-Heilungen

Leberschaden 8,1 % pp-, 8,3 % ps-Heilungen

bösartiger Tumor 1,3 % pp-, 4,2 % ps-Heilungen

Infekt des Respirationstrakts 4,3 % pp-, 0 % ps-Heilungen

schwerere Herzkrankheiten (d.h. manifeste Herzinsuffizienz und koronare Herzkrankheit mit Angina pectoris Anfällen) 17,9 % pp, 8,3 % ps

Störung der Blutgerinnung 4,7 % pp, 0 % ps

Marasmus senilis 8,9 % pp-,4,2 % ps-Heilungen

Gravidität 0 % pp, 4,2 % ps

Insgesamt 1 Begleitkrankheit bei 39,6 % der pp- und 25 % der ps-Fälle

2 Begleitkrankheiten gleichzeitig bei 15,7 % der pp- und 8,3 % der ps-Heilungen

3 Begleitkrankheiten bei 3,0 % pp- und 4,2 % ps-Heilungen

Heilung → / ↓ Begleitkrankheit	primär	sekundär	Summe
Stoffwechsel	68 (28.9%)	6 (25 %)	74 (28.6%)
Harnwegsinfekt	14 (6 %)	-	14 (5.4%)
Leberschaden	19 (8.1%)	2 (8.3%)	21 (8.1%)
Tumor	3 (1.3%)	1 (4.2%)	4 (1.5%)
Infekt Respirationstrakt	10 (4.3%)	-	10 (3.9%)
Herzerkrankung	42 (17.9%)	2 (8.3)	44 (17.0%)
Störung Blutgerinnung	11 (4.7%)	-	11 (4.2%)
Marasmus	21 (8.9%)	1 (4.2%)	22 (8.5%)
Gravidität	-	1 (4.2%)	1 (0.4%)
Erkrankungen ges. 1	93 (39.6%)	6 (25 %)	99 (3.8%)
2	37 (15.7%)	2 (8.3%)	39 (15 %)
3	7 (3.0%)	1 (4.2%)	8 (3 %)
keine Begleitkrankheiten	98 (41.7%)	15 (62.5%)	
Summe	235 (100 %)	24 (100 %)	259 (100 %)

Vorerkrankungen und Wundheilung

Abbildung 20

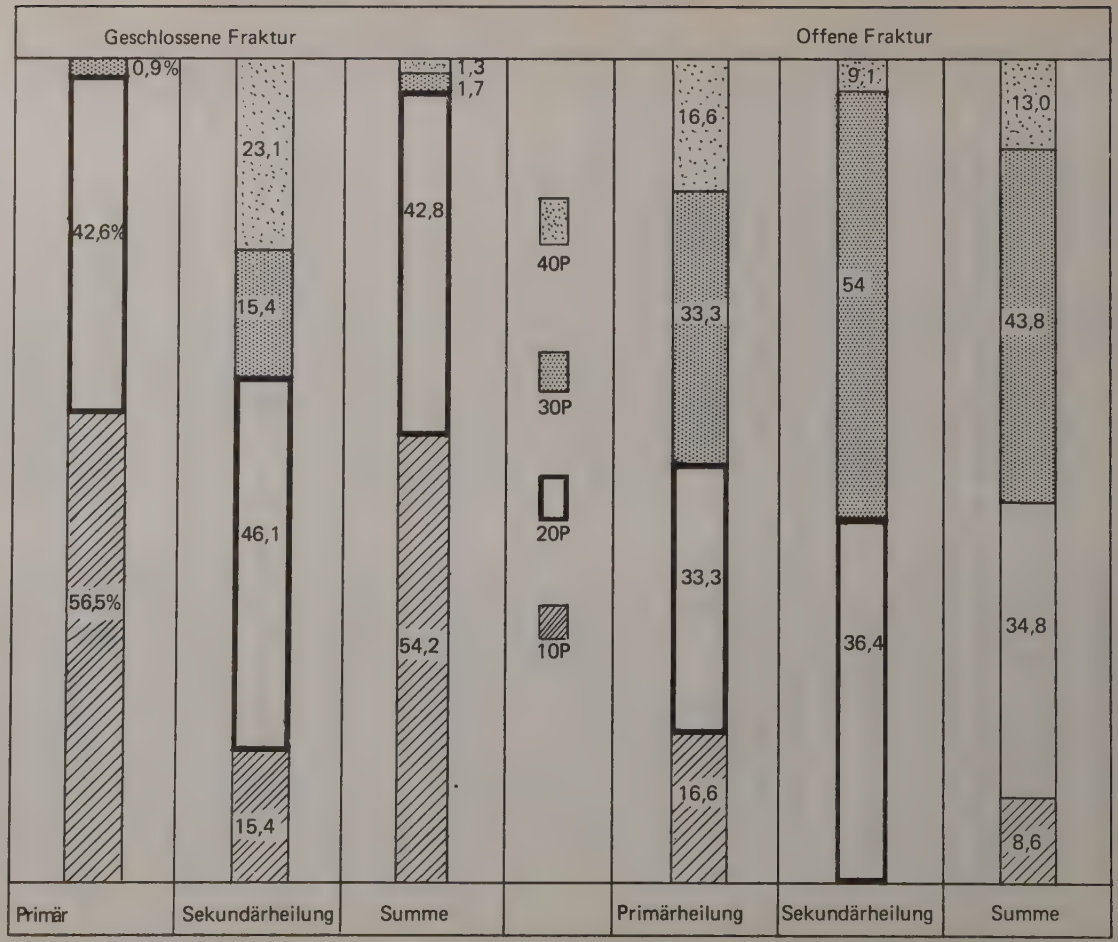
4.3.11 Mehrfachoperationen und Wundheilung
(siehe Abbildung 21)

Geschlossene Frakturen

1 OP pro Patient in 54,2 %, davon pp 56,5 % und ps 15,4 %
2 OP pro Patient in 42,8 %, davon 42,6 % pp und 46,1 % ps
3 OP pro Patient in 1,7 %, davon 0,9 % pp und 15,4 % ps
4 OP pro Patient in 1,3 %, davon 0 % pp und 23,1 % ps

Offene Frakturen

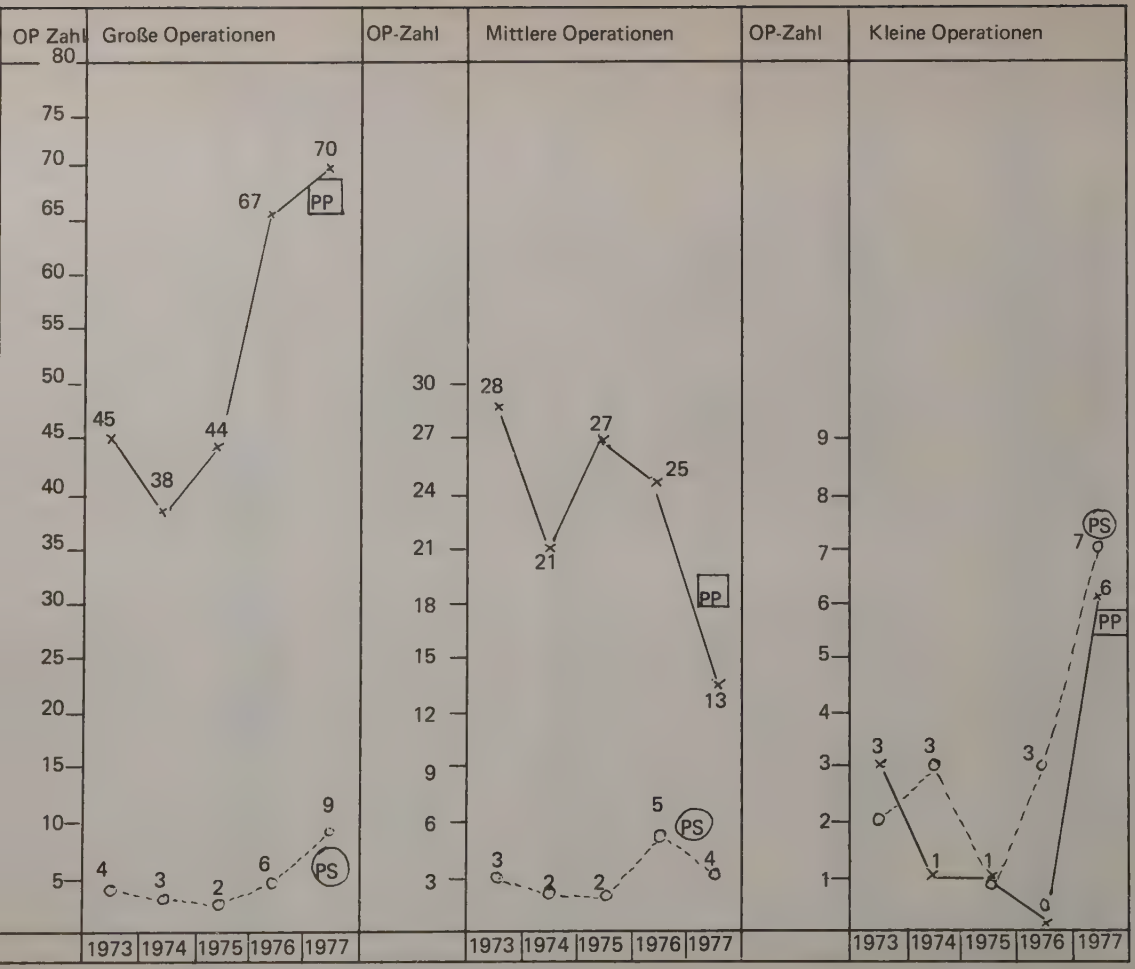
1 OP pro Patient in 8,6 %, davon 16,6 % pp und 0 % ps
2 OP pro Patient in 34,8 %, davon 33,3 % pp und 36,4 % ps
3 OP pro Patient in 43,8 %, davon 33,3 % pp und 54,0 % ps
4 OP pro Patient in 13,0 %, davon 16,6 % pp und 9,1 % ps


Geschlossene Fraktur
Offene Fraktur
0,9%
42,6%
56,5%
23,1
15,4
46,1
15,4
1,3
1,7
42,8
54,2
40P
30P
20P
10P
16,6
33,3
33,3
16,6
9,1
54
36,4
13,0
43,8
34,8
8,6
Primär
Sekundärheilung
Summe
Primärheilung
Sekundärheilung
Summe

4.3.12 Wundheilungsergebnisse in den einzelnen Jahren des Untersuchungszeitraums
(siehe Abbildung 22)

Vor allem 1976 und 1977 nehmen die großen Eingriffe zahlenmäßig sehr stark zu, die der mittleren deutlich ab, die der kleinen ebenfalls zu.

Das Verhältnis zwischen pp- und ps-Heilungen bleibt immer, unabhängig von der Gesamtzahl der Operationen, in gleicher Relation zueinander.



Eingriff	PP	PS
groß	267 (92,7 %)	21 (7,3 %)
Mittel	114 (87,7 %)	16 (12,3 %)
klein	11 (40,7 %)	16 (59,3 %)
Summe	392 (88,0 %)	53 (12,0 %)

Abbildung 22

4.3.13 Zusammenfassung der Wundheilungsergebnisse, Sammelstatistik
(siehe Abbildungen 23 und 24)

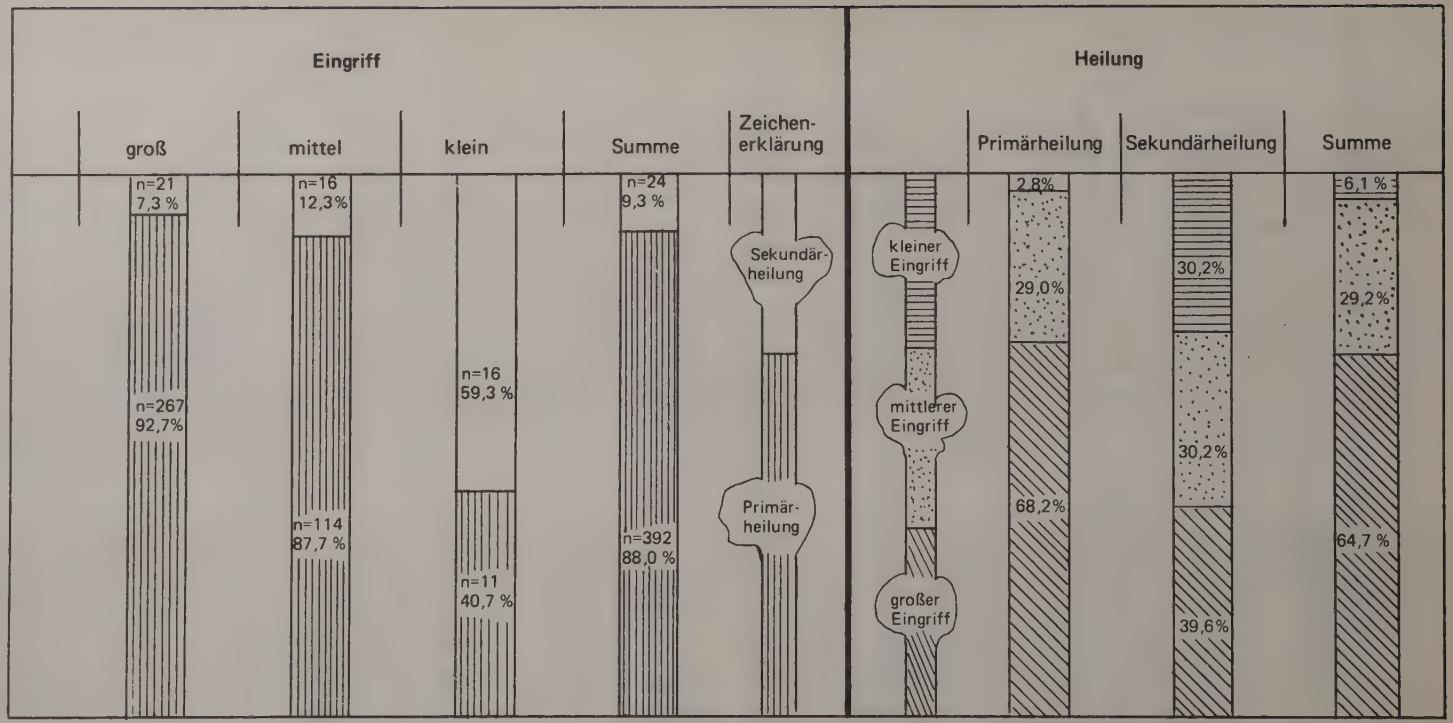
Bezogen auf die Zahl der Eingriffe und die Größe des Eingriffs wurden folgende Wundheilungsergebnisse erzielt:

große Operationen 92,7 % pp-, 7,3 % ps-Heilungen
mittlere Operationen 87,7 % pp-, 12,3 % ps-Heilungen
kleine Operationen 40,7 % pp-, 59,3 % ps-Heilungen
insgesamt 88,0 % pp-, 9,3 % ps-Heilungen

Innerhalb der Primärheilungen entfallen auf:
große OP 68,2 %, mittlere OP 29,0 %, kleine OP 2,8 %

Innerhalb der Sekundärheilungen entfallen auf:
große OP 39,6 %, mittlere OP 30,2 %, kleine OP 30,2 %

insgesamt auf:
große OP 64,7 %, mittlere OP 29,2 %, kleine OP 6,1 %



Zusammenfassung der Wundheilungsergebnisse

Abbildung 23

Sammelstatistik

Allgöwer	Osteomyelitis	1.3 %	
Bedacht	offene U-Sch.Fraktur		
	Grad 1	2.4 %	
	Grad 2	6.8 %	
Aubke	Osteosynthesen	16 %	vorantibiot. Ära
Ramon	niedrige Antibioticagabe	11.8 %	
	hohe Antibioticagabe	5.2 %	offene Frakturen
	hohe Antibioticagabe u. verzögerte Osteosynthese	2.4 %	
	offene Fraktur III. Grades	44 %	
Zöch et al.	Oberschenkelfraktur	3.7 %	
Tabatabai	Tibiamarknagelung		
	Tibiaverplattung		
Hegemann	Osteosynthesen	2 - 7 %	
		4.3 %	Mittelwert aus 10 Kliniken (nach 1950)
Hierholzer	offene kindliche Fraktur	3 %	Osteomyelitis
Lindgren	Osteosynthesen	6.7-8.8 %	Skandinavien
	sofort osteosynthetisierte offene Frakturen	15 %	
	Osteosynthesen beim schweren Weichteilschaden	50 %	

Kocher	asept. Chirurgie	2.3 %	aus d.J.1899!
Ehrlich	asept. Chirurgie	6.5 %	
v.Miculicz	asept. Chirurgie	6 %	1898 } voranti-biotische Ära
Kirschner	asept. Chirurgie	6.8 %	1937 } voranti-biotische Ära
v. Redwitz	asept. Chirurgie	6.6 %	1941 } voranti-biotische Ära
Schmitt et al.	Traumatologie	2.3 %	
Public Health Service	Traumatologie	1.8 - 23.6 % Ø 13.3 %	Sammelstatist. 12 Krankenhäuser
Schweiberer	offene U-Sch.Fraktur		
	kons. Behandlung	4.5 - 21 %	Sammelstatist. mehrerer Abteilungen
	operative Beh.	4.5 - 17.8 %	
Contzen	offene Frakturen	7.8 %	
Burri et al.	Osteosynthesen	4 - 10 %	Sammelstatist.
Allgöwer	Osteosynthesen	6 - 17.6 %	Sammelstatist. über 10 Jahre
Schweickert	offene U-Sch.Fraktur		
	I. Grades	2 %	
	II. Grades		
	Nagel	3.7 %	
	Platte	1.5 %	
	III. Grades		
	Platte	3.9 %	
	geschlossene Schaftfraktur	1 %	
	offene Fraktur der oberen Extremit.	2.4 %	

Reichel	Osteosynthesen mit Antibiotica-gabe ohne Antibiotica-gabe	 0.8 % 3.3 % 0.7 - 15 %	Sammel-statistik 29 Autoren
Weber	Osteosynthesen	8.6 %	
eigene Untersuchungen (Kreiskrankenhaus Bogen)	offene Frakturen geschlossene Frakturen Osteosynthesen ges.	47.8 % 5.5 % 9.3 %	 1973 - 1977

Abbildung 24

5. Kasuistik

Fall 1: Offene Fraktur mit Sekundärheilung

Aufnahmenummer: 2631/77
V., W.; männlich, geb. 8.11.1916

EA:
1944 Unterschenkeltrümmerfraktur mit Fibluarisparese
1975 Herzvorderwandinfarkt bei Risikofaktoren Hypertonie und Adipositas

JA:
28.10.1977 Autounfall

Aufnahmebefund:
offene Femurschaftfraktur Grad III links
haemorrhagischer Schock Grad II

Verlauf:
28.10.77: Erstversorgung mit Schockbekämpfung, blutiger Reposition der Fraktur ohne Osteosynthese mit anschließender primärer Naht der Unfallwunde; REDON Drainage; Oberschenkelstreckverband links.

Antibiotika: Ampiclox^{R} und Extramycin^{R}
unmittelbar nach der ersten Antibiotikagabe entwickelt der Patient wegen einer bis dahin unbekannten Antibiotikaallergie einen anaphylaktischen Schock mit Atem- und Kreislaufstillstand und wird reanimiert.

Wegen klinischer Zeichen einer Nachblutung im Wundbereich muß am Abend eine Revision der Unfallwunde mit Umstechung einiger Sickerblutungen und erneuter primärer Wundnaht durchgeführt werden.

9 Tage Behandlung auf der Intensivstation. Antibiotika zunächst 6 Tage Albiotic^{R} i.m., wegen septischer Temperaturen umgestellt auf vibravenös i.v. für 5 Tage.

4.11.77 Wundabstrich ohne Bakteriennachweis; Patient fieberfrei.

8.11.77: Küntscher Marknagelung linker Femur in typischer Weise mit offener Reposition der Fraktur, ausgehend von der erneut eröffneten Unfallwunde.

Postoperativer Verlauf:
2. Tag: septischer Fieberschub; Umstellung auf Chloramphenicol als Antibiotikum.
ab 4. Tag: aktive Bewegungsübungen im Liegen
ab 6. Tag: seröse Wundsekretion und Phlegmone der Wundumgebung. Lokaltherapie mit Terramycin^{R}-Spray
8. Tag: Antibiotika ab
14./17. Tag: Fäden entfernt
seit 21. Tag: Patient läuft mit zwei Krücken
30. Tag: Eröffnung eines von der Wunde ausgehenden, intramuskulär gelegenen Abszesses (Wundabstrich: Bakterienwachstum +++, die nur gegen Cephalotin^{R} empfindlich sind, Lokalantibiotika ab, Tamponade der Abszeßhöhle, geschlossene Wundbehandlung
60 Tag: noch ca. zehnpfennigstückgroße Wunddehiszenz bei sterilem Wundabstrich, Sekundärnaht
75. Tag: Wunde verheilt
Ende Februar 1978: Patient in ambulante Behandlung entlassen.

Fall 2: Geschlossene Fraktur, bei vorausgegangener Sekundärheilung nun Primärheilung

Aufnahmenummer: 1078/74
P., A.; männlich; geb. 3.7.03

EA:
Seit 25 Jahren chronisches Ulcus am Fußrücken links. Konservative Behandlungsmethoden schlagen fehl; path.-hist. Untersuchungen erbringen erst 1974 die Diagnose eines verhornenden Plattenepithelkarzinoms.

25.6.74 Unterschenkelamputation links

Verlauf:

bis 7. Tag Albiotic^{R} i.m.

16./17. Tag Fäden entfernt; Nahtdeshiszenz mit Sekretion, Lokaltherapie mit Terramycin^{R}, systemische Antibiotikatherapie mit Vibravenös^{R} 13. bis 28. Tag.

22. Tag: Patient stürzt im Krankenhaus und zieht sich dabei eine Schenkelhalsfraktur am linken Bein zu.

30. Tag nach der Amputation, 14. Tag nach dem Unfall: Amputationswunde mit markstückgroßer sezernierender Dehiszenz

Schenkelhalsnagelung nach PUGH

postoperativ 7 Tage Albiotic i.m.

9./11. Tag nach der Osteosynthese: Fäden entfernt, Wunde pp verheilt.

Wunde des Amputationsstumpfes jedoch erst 23 Wochen nach der Amputation stabil verheilt.

Fall 3: Geschlossene Fraktur mit Sekundärheilung

Aufnahmenummer: 2764/75
F., M.; männlich, geb. 23.8.31

EA:

unauffällig, keine Risikofaktoren

JA:

16.12.75 bei der Waldarbeit gestürzt

Befund:

Dislozierte Tibiatorsionsfraktur mit Perforationsgefahr
Mangeldurchblutung des betroffenen linken Unterschenkels

Erstversorgung:

Streckverband; Complamin^{R}-Infusionen

18.12.75: operative Versorgung durch Plattenosteosynthese nach der AO-Technik, schichtweiser primärer Wundschluß

Postoperativer Verlauf:

1. - 5. Tag: täglich Complamin^{R}-Infusionen

bis 1. Woche: Albiotic i.m.

12./19. Tag: Fäden entfernt; im Wundbereich Spannungsblasen. Wundränder über weite Strecken in Nekrose.

2. - 6. Woche: Verbandwechsel täglich mit Terramycin^{R}-Spray. Es entwickelt sich eine großflächige, putritide (klinisch, nicht bakeriologisch) Nekrose bis zum Malleolus medialis, die Extensorensehnen liegen frei.

6. - 8. Woche: Verbandwechsel mit Actihaemyl Gel^{R} 20 %, physikalische Therapie mit Jonomodulation und aktiven Bewegungsübungen wegen der Gefahr einer Sudeckschen Atrophie linker Unterschenkel.

8. Woche: gefensterter Oberschenkelliegegips

10. Woche: Wundrevision ohne vorherige bakteriologische Kontrolle, Abtragung sämtlicher Nekrosen unter Schonung der freiliegenden Sehnen; Versuch einer sekundären Wundnaht.

10. - 12. Woche: Lokaltherapie mit Varidase^{R}, Actihaemyl Gel^{R}, Nebacetin^{R} Spray im täglichen Wechsel.

10. - 14. Woche: Reverin^{R} i.v.

15. Woche: Die gesamte revidierte Wunde ist erneut nekrotisch, auch die Sehnen im Wundgrund sind befallen. Da seit der Wundrevision keine physikalische Therapie durchgeführt werden kann, hat sich eine starke Sudecksche Atrophie des ganzen linken Unterschenkels entwickelt.

16. Woche: Erneute Wundrevision mit Nekroseabtragung. Auf einen Wundschluß wird verzichtet. Lokaltherapie jetzt ausschließlich mit physiologischer Kochsalzlösung.

bis zur 24. Woche schließt sich der große Weichteildefekt bis auf eine sehr kleine Stelle, der Patient kann mobilisiert werden und in der 25. Woche in ambulante Weiterbehandlung entlassen werden.

Erneute Aufnahme 11 Monate nach erfolgter Verplattung zur Plattenentfernung am 18.11.76. Das bestehende Narbengewebe

wird aus kosmetischen Gründen abgetragen, der Patient kann nach 3 Wochen mit pp verheilter Wunde entlassen werden. Auf die Gabe von Lokalantibiotika konnte verzichtet werden.

Fall 4: Geschlossene Fraktur mit Sekundärheilung

Aufnahmenummer: 1562/77
R.J.; männlich, geb. 14.3.48

EA: leer

JA: 11.6.77 auf Volksfest gestürzt

Befund: gering dislozierte Tibiatorsionsfraktur links

Erstversorgung: Calcaneusstreckverband

Operative Versorgung:
16.6.77 Plattenosteosynthese nach der AO Technik; Lokalantibiotikum

Postoperativer Verlauf:
1. - 10. Tag: Albiotic^{R} i.m.
bis 15. Tag: Es entleeren sich große Mengen Hämatom, starke Weichteilschwellung
16./19. Tag: Fäden entfernt; unter nekrotischem Gewebe zeigt sich eine Wunddehiszenz, ca. 3cm lang, in deren Grund die Platte sichtbar ist.
bis 7. Woche: täglicher Verwandwechsel mit Terramycin^{R}
7. Woche: zwei Schrauben aus dem Wundspalt entfernt, Wunde offen belassen. Weiter Verbandwechsel mit Terramycin^{R}
10. Woche: erster (!) Wundabstrich Bakterienwachstum ++, empfindlich nur gegen Cephalotin^{R}
11. Woche: Entfernung der AO Platte, Fraktur noch nicht fest, daher gefensterten Oberschenkelliegegips angelegt.
Postoperativ 6 Tage Albiotic^{R} i.m. (siehe jedoch Ergebnis des Wundabstrichs der 10. Woche !!)

11. - 19. Woche: Lokaltherapie mit Peru Balsam^{R}, Leukase^{R} Kegeln, Nebacetin^{R} Spray, Terramycin Spray^{R}, Kamillenkonzentrat.

14. Woche: Wundabstrich Bakterienwachstum +++, empfindlich auf Polymyxin, Gentamycin, Penicillin

14. - 17. Woche: Refobacin^{R} i.m.

20. Woche: Fraktur fest knöchern verheilt. Wunde mit sehr schlechtem kosmetischem Ergebnis bis auf markstückgroßen Defekt verheilt.

21. Woche: Wundabstrich ohne Bakterienwachstum zweiwöchige Lokaltherapie mit physiologischer Kochsalzlösung, Wunde nun völlig verheilt.

Der Patient muß disziplinarisch entlassen werden.

Februar 78: Patient muß erneut aufgenommen werden. Im Bereich der alten Wunde sezernierende kleine Stelle mit ausgedehnter Hautphlegmone.

Besonders muß bei diesem Patienten erwähnt werden, daß er sich - trotz entsprechender mehrfacher Ermahnung - nicht davon abhalten ließ, den OP-Verband und weitere spätere Verbände eigenmächtig zu entfernen, um seinen Mitpatienten den Wundheilungsverlauf zu demonstrieren.

Fall 5: Offene Fraktur mit Sekundärheilung

Aufnahmenummer: 1187/77
B.,R.; männlich; geb. 2.1.60
EA: leer
JA: 29.4.77 Unfall mit Moped
Befund:
offene Unterschenkeltrümmerfraktur Grad II
Schock Grad II

Erstversorgung:
Septische Wundversorgung mit Versuch einer Primärnaht, wobei jedoch eine 2 x 2 cm Nahtdehiszenz verbleibt. Calcaneusstreckverband.

Verlauf:

Streckverband 5 1/2 Wochen belassen, anschließend gefensterten Oberschenkelliegegips.

7 Wochen (!) Albiotic^{R} per os.

Lokalbehandlung der Wunde mit Terramycin^{R}, Sofra Tüll^{R}, Actihaemyl^{R} Gel 20 %. Zunächst kommt es zu erheblicher Wundrandnekrose und anschließend bildet sich eine fibrotische Narbe. Stabile Wundheilung erst 4 Monate nach dem Unfall. Das kosmetische Ergebnis ist unzureichend und muß später korrigiert werden.

16 Wochen nach dem Unfall Entfernung des Gipses. Es hat sich eine Pseudoarthrose gebildet, deshalb muß operative Frakturstabilisierung erfolgen.

11.10.77 geschlossene Tibiamarknagelung nach KÜNTSCHER, postoperativ kein Antibiotikum, trockene Wundauflagen, Fäden am 10. Tag entfernt, Operationswunde pp verheilt.

Nach einem krankenhausinternen Rekord von 217 Tagen statinärer Behandlung wird der Patient mit hochgradigen degenerativen Veränderungen am linken Unterschenkel in ambulante Weiterbehandlung entlassen. Ob eine restitutio ad integrum noch möglich ist, bleibt fraglich.

Fall 6: Polytraumatisierter Schwerverletzter
mehrfache Operationen mit Primärheilungen

Aufnahmenummer: 515/77
St., H.; männlich; geb. 4.8.55

EA: leer

JA: 11.2.77 Frontalzusammenstoß Auto, Patient 45 min schwer eingeklemmt.

Aufnahmebefunde:

bewußtloser Patient mit Schnappatmung
haemorrhagischer Schock Grad III mit transitorischem Nierenversagen, Hb Abfall bis 5,2 g%
Oberschenkelschaftfrakturen beidseits mit großen Hämatomen
Unterschenkelquerfraktur rechts
Patellaquerfraktur rechts
Schädelbasisfraktur mit Contusio cerebri
Rippenserienfraktur links
Nierenkontusion links
große Weichteilwunden an Gesicht und Extremitäten

Erstversorgung:

Reanimation, Versorgung der Weichteilwunden, bds. Oberschenkelstreckverbände

Verlauf:

6 Tage assistierte Beatmung, Flüssigkeits- und Elektrolytsubstitution, Digitalisierung, Gamma-Venin^{R}, 14 Tage Ampiolox und Extramycin, Lipostabil
7500 ml Vollblut in 7 Tagen

Um den Patienten pflegerisch überhaupt versorgen zu können, mußten die angelegten beidseitigen Oberschenkelstreckverbände rasch beseitigt werden. Daher entschließt man sich - trotz des Zustands des Patienten - zur Operation.

15.2.77 (also 4 Tage nach dem Unfall) nach offener Reposition beidseitige Oberschenkelmarknagelung nach KÜNTSCHER
18.2.77 Patient ist wieder ansprechbar, wird extubiert
26.2.77 Die Fäden der pp verheilten Wunden werden gezogen
6.3.77 Verlegung des Patienten von der Intensiv- auf die Allgemeinstation
8.3.77 Tibiaverplattung rechts nach AO Technik und Patellacerclage
18.3.77 Fäden der pp verheilten Wunden gezogen
22.3.77 Patienten erstmals mobilisiert
25.5.77 Nach entsprechender physikalisch-therapeutischer Nachbehandlung Patienten beschwerdefrei entlassen.

6. Diskussion

6.1 Besonderheiten unfallchirurgischer Patienten

Bei den in dieser Arbeit untersuchten Patienten handelt es sich um ein vorselektiertes Patientengut. Weil es auch Möglichkeiten der konservativen Knochenbruchbehandlung gibt, ist die Indikationsstellung zur Osteosynthese meist relativ, abgesehen von den absoluten Operationsindikationen, wie Polytrauma, offene Frakturen (42, 57, 93, 155, 171, 195).

So können Patienten mit hohem Operationsrisiko häufig konservativ behandelt werden. Dies verändert natürlich die Mortalitäts- und Letalitätsstatistik der Osteosyntheseoperationen zu deren Gunsten. Unfallverletzungen treffen den Menschen meist aus vorheriger völliger Gesundheit ohne chronisches Krankheitsvorstadium. Betroffen sind außerdem vorwiegend Menschen des jungen und mittleren Lebensalters. Andererseits kann das Trauma zu einer vitalen Störung der Körperhomöostase und damit zu einer schlechten praeoperativen Ausgangslage führen.

6.2 Unfallursachen

Wie zu erwarten, entfällt der größte Anteil der Unfallursachen auf die Verkehrsunfälle, bei denen es zu den schwersten Verletzungen kommt, weil die auf den menschlichen Körper einwirkende schädigende Kraft (kinetische Energie) besonders groß ist.

Der hohe Anteil häuslicher Unfälle umfaßt nicht nur Unfälle im Haushalt und in der Freizeit, sondern auch zahlreiche Patienten aus dem örtlichen großen Altenheim, meist mit Schenkelhalsfrakturen.

Bei den Sportunfällen (meist Skiunfälle) sind ausschließlich junge Menschen betroffen.

Die Zahl der Arbeitsunfälle ist ziemlich gering. Dies zeigt, daß der Schutz des Arbeitsplatzes verbessert wurde, denn er-

fahrungsgemäß ist gerade in der am Ort ansässigen holz- und metallverarbeitenden Industrie das Unfallrisiko hoch. Ebenso wie bei den landwirtschaftlichen Unfällen, kommt es meist nur zu Weichteilverletzungen, die dann nicht in die vorliegende Statistik eingehen.

6.3 Offene Frakturen

Entscheidend für das spätere Schicksal offener Frakturen ist die Art der Erstversorgung. Grundsätze: hochgradige Asepsis, sofortige Frakturstabilisierung, sachgerechte Weichteilversorgung (13, 24, 119, 136, 149, 196).

Bei unseren Patienten entfallen die meisten offenen Frakturen auf Ober- bzw. Unterschenkel. Schweregrad ausschließlich I. und II. Die Sekundärheilungsrate offener Frakturen am Krankenhaus Bogen beträgt 47,8 %, im Vergleich dazu an der chirurgischen Universitätsklinik München 2,4 bis 6,8 % (13).

Die am Krankenhaus Bogen durchgeführte Sekundärosteosynthese offener Frakturen hat erhebliche Nachteile: die Wundversorgung muß ohnehin gleich vorgenommen werden; dabei wird die Fraktur meist freigelegt. Zwar kann ein spannungsfreier Wundschluß der Unfallwunde möglich sein. Es ist jedoch sehr schwer, nachher die nicht knochenchirurgisch versorgte Fraktur mit konservativen Methoden wirklich zuverlässig ruhig zu stellen. Da auch die Unfallwunde regelmäßig versorgt werden muß, muß z.B. ein Gips mit entsprechend großem Fenster über der Wunde angelegt werden, was ebenfalls zur Instabilität führen kann. Will man bis zur Primärheilung der Unfallwunde wartenm kann eine Sekundärosteosynthese frühestens 14 Tage nach dem Unfallereignis durchgeführt werden und ist dann evtl. schon überflüssig, weil eine Frakturkonsolidierung schon erfolgte. Heilt jedoch die Unfallwunde sekundär, was bei uns in ca. der Hälfte der Fälle erfolgt, dann muß man in infizierten Weichteilen operieren, weil man mit der Osteosynthese nicht den oft sehr langwierigen Wundheilungsverlauf abwarten kann und weil weitere

Frakturinstabilität die Wundheilung weiter hinauszögert. Das Risiko der Osteomyelitis steigt dann (12). Wird jedoch trotzdem eine Sekundärosteosynthese in bestimmten Fällen angestrebt (z.B. inoperabler Zustand eines Patienten bei der Aufnahme im Krankenhaus), muß eine prophylaktische Antibiotikatherapie erfolgen (13, 149).

Es liegt nahe, bei offenen Frakturen die Wunderstversorgung, die ohnehin aseptisch erfolgen muß, gleich mit einer Osteosynthese zu verbinden. Dabei können offene Frakturen Schweregrad I wie geschlossene behandelt werden, bei Schweregrad II ist die Verplattung der Nagelung überlegen, bei Schweregrad III kann überhaupt nur eine Minimalosteosynthese (Verschraubung, kleine Platte, keinesfalls Nagelung wegen Gefahr der Keimverschleppung ins Knochenmark) durchgeführt werden (13).

Ganz besonders wichtig ist größtmögliche Asepsis, um eine Infektion mit Hospitalkeimen zu vermeiden. Viele Autoren bestätigen, daß in die Wunde der offenen Fraktur am Unfallort zwar Bakterien gelangen, die eigentliche Infektion mit virulenten Erregern jedoch erst im Krankenhaus erfolgt (51, 77, 123, 136). Die V e r m e i d u n g der Wundinfektion ist wichtiger wie eine Antibiotikaprophylaxe, sie kann eine bestehende Sekundärheilung nicht mehr verhindern (169). Ein Beispiel für fehlgeschlagene Antibiotikaprophylaxe ist Fall 1 der Kasuistik: nach aufgetretener Sekundärheilung war die Wunde mit Erregern besiedelt, die gegen fast alle Antibiotika resistent waren. Die einzige sichere Wirkung des Antibiotikums war ein anaphylaktischer Schock, der den Patienten beinahe das Leben kostete.

Andere Autoren veröffentlichen jedoch Ergebnisse, daß die Sekundärheilungsrate bei offenen Frakturen durch Antibiotikaprophylaxe um ca. 50 % gesenkt werden kann.

6.4 Geschlossene Frakturen

In ihrer Häufigkeit verteilen sie sich gleichmäßig auf das ganze Skelett. Besonders häufig betroffen sind Ober- und Unterschenkel. Die höchste Sekundärheilungsrate haben Osteosynthesen an Tibia, Malleolen, Patella und Femur.

Bei Tibiaverplattungen muß das Osteosynthesematerial unter einem nur geringen Weichteilmantel angebracht werden. Es kommt postoperativ zur starken Gewebsspannung, die sicher eine Ursache für die gehäuften Wundheilungsstörungen in diesem Gebiet sind. Im Vergleich zu anderen Körperteilen ist die Durchblutung der unteren Extremitäten geringer. Fall 2 der Kasuistik ist ein Beispiel, wie eine Gewebsspannung im Wundgebiet zur Sekundärheilung führen kann: nach der Amputation kam es zur Muskelretraktion, der verbliebene Knochenstumpf setzte die Wunde unter Spannung; die bei der Amputation erforderlichen Gefäßunterbindungen führten zur Minderdurchblutung im Wundgebiet; beim gleichen stationären Aufenthalt war bei dem Patienten die operative Versorgung einer Schenkelhalsfraktur nötig. Nebeneinander heilten die Amputationswunde per secundam und die Wunde der Schenkelhalsnagelung per primam, weil hier weder eine Minderdurchblutung noch eine Gewebsspannung bestand.

Für einen Erfolg der Knochenchirurgie muß ein ausreichend kooperativer Patient vorausgesetzt werden. Wie in Fall 4 der Kasuistik geschildert, kann ein Patient, der die ärztlichen Anordnungen mißachtet, ein gutes operatives Ergebnis völlig zunichte machen. Auch bei geschlossenen Frakturen ist die Behandlung der Weichteile besonders wichtig (35, 164, 196). Die Festlegung des Operationstermins muß daher die Phase der größten posttraumatischen Weichteilschwellung vermeiden (136, 177). Bei uns liegt die Durchschnittsliegedauer der Patienten praeoperativ mit 7,4 Tagen genau in dem Intervall, in dem nicht operiert werden sollte. Gerade bei geschlossenen Frakturen können sehr schwere Weichteilschäden mit Gefäß- und Nervenläsionen bestehen, die wegen zunächst fehlender äußerer Symptome, häufig fehlgedeutet werden.

6.5 Liegedauer

Aus unseren Ergebnissen kann man schließen, daß die Wundheilung umso ungünstiger verläuft, je länger die praeoperative Liegedauer ist. Bei den offenen Frakturen bedeutet hier die praeoperative Liegedauer die Zeit zwischen der Einlieferung des Verletzten und der definitiven Osteosynthese. Je länger dieser Zeitraum ist, desto größer ist die Gefahr zusätzlicher Weichteilschädigung bei nicht ausreichend stabilisierter Fraktur. Mit zunehmender Länge des Krankenhausaufenthalts droht weiter die Superinfektion mit therapieresistenten Hospitalkeimen (130), die, ins Operationsgebiet verschleppt, zu schwer therapierbaren Sekundärheilungen führen.

Die postoperative Liegedauer, d.h. die Zeit zwischen Osteosynthese und Entlassung des Patienten aus der stationären Behandlung ist ein genauer Spiegel für das Schicksal einer Osteosynthese: bei Primärheilungen ist die Liegedauer viel geringer als bei Sekundärheilungen. Bei den Sekundärheilungen nach offenen Frakturen ergaben sich Liegedauern bis zu 3/4 Jahr. Entsprechend schlecht sind dann auch kosmetisches und funktionelles Endergebnis dieser Osteosynthesen. In Korrelation zur erhöhten Sekundärheilungsrate ist bei den offenen Frakturen die prae- und postoperative Liegedauer besonders lang. Besondere Bedeutung haben die Liegedauern auch für die Krankenversicherungen und die Patienten bei sehr langer Arbeitsunfähigkeit (125).

6.6 Antibiotika

Bei uns erhielten fast alle Patienten mit sekundärer Wundheilung systemische und lokale Antibiotika nach der Operation. Trotzdem konnten die Wundheilungsstörungen nicht verhindert werden. Die Patienten mit Primärheilung erhielten in einem geringeren Prozentsatz Antibiotika; trotzdem heilten die Wunden störungsfrei. Es fällt auf, daß nur ganz wenige Patienten bereits praeoperativ antibiotisch abgedeckt wurden.

Ganz sicher ersetzt die Antibiotikatherapie nicht gewebsschonendes und aseptisches Operieren (136).

Eine Antibiotikaprophylaxe ist nur sinnvoll, wenn sie bereits praeoperativ begonnen wird mit einem Präparat, das ein ausreichendes Wirkungsspektrum besitzt und genügend hoch dosiert und genügend lange gegeben wird (213).

Bei jeder Antibiotikatherapie müssen die Gefahren und Risiken mit bedacht werden (siehe z.B. Fall 1 der Kasuistik): ein kritikloser Antibiotikaverbrauch ohne vorheriges Antibiogramm führt zur Züchtung von Hospitalkeimen mit Resistenz gegen viele Antibiotika. Man sollte sich daher in der klinischen Routine auf wenige ausgewählte Antibiotika beschränken (213).

Fall 3 der Kasuistik ist ein Beispiel für die Unwirksamkeit einer Antibiotikatherapie bei sekundärer Wundheilung. Hier konnte erst spät mit "Hausmitteln" eine Wundheilung erreicht werden. Antibiotika schädigen auch lokal die Gewebe (21, 82).

6.7 Operationsmethoden

Bei den Narkosearten überwiegt die Vollnarkose die Lokalanästhesie. Dies ist jedoch nicht unbedingt typisch, weil bestimmte, für die Knochenchirurgie anwendbare Formen der Lokalanästhesie, bei uns nicht durchführbar sind und dann durch eine Vollnarkose ersetzt werden. Bei den kleinen Operationen, d.h. den Wundrevisionen ist der Anteil der Lokalanästhesien natürlich hoch.

Eine Blutsperre bzw. Blutleere hat keinen nachteiligen Einfluß auf die Wundheilung (118).

Bei uns erhielt nur ein sehr geringer Teil der Patienten eine Wunddrainage. Andere Autoren stellen fest, daß eine Redon-Drainage keinen nachteiligen Einfluß auf die Wundheilung hat, im Gegenteil, durch die Ableitung von Sekreten wie Hämatomen oder Seromen, wird eine Gewebsspannung und ein Nährboden für Bakterien verhindert (136).

Unsere Wundheilungsergebnisse könnten daher verbessert werden, wenn häufiger Drainagen gelegt würden. Die hohen Sekundärheilungsraten am Unterschenkel, bedingt durch Wundrupturen bei starker Gewebsspannung, lassen sich durch Wunddrainage verhindern.

Im Nebeneffekt können die gezogenen Drainagen frühzeitig bakteriologisch untersucht werden und evtl. Infektionen sofort gezielt behandelt werden (117).

Bei vielen Patienten wird bei uns intraoperativ in die einzelnen Wundschichten Lokalantibiotikum gegeben. Eine Sekundärheilung läßt sich damit nicht verhindern. Die Frage ist, ob nicht durch den "Fremdkörper" Antibiotikum eine Sekundärheilung provoziert wird (21). Lokalantibiotika können Entzündungsvorgänge beschleunigen und auch sterile Serome erzeugen. Außerdem ist fraglich, ob das Wirkungsspektrum eines Lokalantibiotikums, das ja sehr beschränkt ist, ausreicht, alle in Frage kommenden Keime sicher und vollständig abzutöten. Wichtige und als günstig erkannte Anwendungsgebiete für Lokalantibiotika sind in das Material einer Endoprothese eingearbeitetes Gentamycin sowie die antibakterielle Saugspüldrainage, mit der ein ossärer Infekt wirksam behandelbar ist. Bei Osteomyelitis können jetzt auch antibiotikahaltige Kugeln und Ketten mit verzögerter Wirkstoffreigabe implantiert werden. Die genannten Fälle sind jedoch Ausnahmefälle (30, 53, 20§), eine Routineprophylaxe mit Lokalantibiotika ist, wie auch unser Patientengut zeigt, nicht sinnvoll.

6.8 Polytrauma

Folge eines Polytraumas ist eine schwere Störung der Körperhomöostase, mit hämorrhagischem Schock und schweren Organfunktionsstörungen. Bei unseren Patienten mit Polytrauma und Sekundärheilung hatten alle Verletzungen der inneren Organe, besonders gehäuft Weichteilverletzungen und komplizierte Frakturen, schwerste Schockzustände, wobei 1/3 dieser Patien-

ten vital gefährdet waren, zur Hälfte bewußtlos und beatmet. Die "Ausgangsbasis" für eine ungestörte Wundheilung war besonders schlecht. Trotzdem heilten gerade bei den Polytraumatisierten die Wunden häufig per primam. Beispiel dafür ist Fall 6 der Kasuistik: der Patient wurde sterbend bei uns eingeliefert, alle Operationswunden heilten primär. Ursache für dieses sehr günstige Ergebnis war wohl eine optimale prae- und postoperative Intensivtherapie.

Auch bei weniger schwer verletzten Patienten sollten Störungen des Körpergleichgewichts unbedingt behoben werden.

6.9 Geschlecht und Alter

Im Gesamtpatientengut überwiegen Männer gegenüber Frauen deutlich. Die Sekundärheilungsrate der männlichen Patienten ist etwas höher als die der weiblichen. Der Altersdurchschnitt der Frauen mit Primärheilung liegt deutlich über dem der Männer, während bei den Sekundärheilungen keine Altersunterschiede zwischen den Geschlechtern bestehen.

Dieses Ergebnis steht in Widerspruch zu experimentell-klinischen Erfahrungen, daß Östrogene die Wundheilung hemmen (151, 182).

6.10 Jahreszeit

Andere Autoren bemerken eine Häufung der Sekundärheilungen im Frühjahr und Herbst, also zu Zeiten vermehrter Infektanfälligkeit (4, 151). In unserem Patientengut häufen sich die Sekundärheilungen jedoch im Sommer und Winter.

Der Sommer ist die "Hochsaison" der Motorradfahrer mit ihren vielen offenen Frakturen, im Winter werden die meisten Osteosyntheseoperationen des ganzen Jahres wegen der vielen Skiunfälle durchgeführt.

6.11 Vorerkrankungen

2/3 der Patienten mit Sekundärheilung haben keine Vorerkrankungen, dagegen haben fast die Hälfte der Patienten mit Primärheilung Vorerkrankungen. Dieses Eergebnis erscheint zunächst paradox, weil der nachteilige Einfluß zahlreicher Krankheiten auf die Wundheilung bewiesen ist. Die bei uns beobachteten Sekundärheilungen müssen daher andere Ursachen als Vorerkrankungen haben, wobei ich hier nochmals an die eingangs dargelegten Besonderheiten unfallchirurgischer Patienten, die aus voller Gesundheit heraus verunglücken, erinnere.

Lücken in der Operations- und Krankenhaushygiene sind bei unseren Patienten naheliegendere Gründe für Wundheilungsstörungen als die genannten Vorerkrankungen.

6.12 Mehrfachoperationen

Wodurch kommt es zu Mehrfachoperationen? Verschiedene Möglichkeiten:

- geschlossene Fraktur, Primärheilung
  1. OP Osteosynthese; 2. OP Materialentfernung
- geschlossene Fraktur, Sekundärheilung
  1. OP Osteosynthese, 2. und folgende OP: Wundrevisionen
  letzte OP: Materialentfernung
- offene Frakturen
  1. OP Wundversorgung, 2. OP: verzögerte Osteosynthese
  3. OP: Materialentfernung
  bei Sekundärheilung ggf. zusätzliche Wundrevisionen

Je häufiger ein Patient operiert werden mußte, desto komplikationsreicher war also sein Krankheitsverlauf. Dies zeigt sich auch an den Ergebnissen, denn bei Sekundärheilungen nimmt die Zahl der Operationen pro Patient stark zu, während bei den komplikationslosen Verläufen je die Hälfte der Operationen auf Osteosynthese und Materialentfernung entfallen.

6.13 Wundheilungsergebnisse im Jahresvergleich

Es sollte dabei, angesichts des Umbaus am Krankenhaus Bogen, festgestellt werden, welchen Einfluß ungünstige bauliche Voraussetzungen auf das Ergebnis der Knochenchirurgie haben, da dies in vielen älteren Krankenhäusern noch der Fall ist.

Auch nach Verlegung des Operationsbetriebs in die neuen Räume mit sehr guten baulichen und technischen Möglichkeiten und trotz eines guten Hygienestatus (siehe Bericht des Instituts für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie der Universität München) verringerte sich die Sekundärheilungsrate nicht.

6.14 Beurteilung der Wundheilungsergebnisse am Kreiskrankenhaus Bogen

Die Gesamtsekundärheilungsrate betrug bei allen Osteosynthesen 9,3 %, bei den offenen Frakturen 47,8 %, bei den geschlossenen Frakturen 5,5 %. Größer ist die Sekundärheilungsrate bei mittleren und kleinen Eingriffen. Unsere Wundheilungsergebnisse bei geschlossenen Frakturen liegt im Rahmen der Ergebnisse anderer Autoren (siehe Sammelstatistik). Sehr schlecht sind unsere Wundheilungsergebnisse bei offenen Frakturen, sie liegen weit am Ende der Sammelstatistik. Die Versorgung der offenen Frakturen, wie wir sie durchführten, bewährt sich nicht. Besser ist eine sofortige Osteosynthese zusammen mit der Wundversorgung. Wenn sich die Wundheilungsergebnisse nach Inbetriebnahme des neuen Operationstrakts nicht verbessert haben, so kann das nur an operationstechnischen Voraussetzungen liegen (Art des Operierens, Hygiene), weil ja patientenspezifische Faktoren in allen Jahren einen konstanten Einfluß auf die Wundheilung hatten.

Auch wenn am Krankenhaus Bogen ca. 93 % aller großen knochenchirurgischen Eingriffe ohne Störungen der Wundheilung bleiben, zeigt sich gerade am Beispiel eines kleinen Krankenhauses, daß verantwortungsbewußte Knochenchirurgie hohes chirur-

gisches Können und gute Operations- und Krankenhaushygiene erfordert, nur bei Vorliegen dieser beiden Voraussetzungen durchgeführt werden sollte, dann allerdings ein optimales Behandlungsverfahren auch schwieriger Frakturen darstellt.

7. Zusammenfassung

Die operative Knochenchirurgie ist eine Chirurgie der Weichteile und des Knochens. Es gibt operative und konservative - gleichberechtigte - Methoden der Knochenbruchbehandlung. Ziel der operativen Knochenchirurgie ist exakte anatomische Reposition, Übungsstabilität, restitutio ad integrum.

Weichteilbehandlung erfordert schonendes Operieren.

Besonders schwierig zu versorgen sind offene Frakturen verschiedenen Schweregrades, bei denen - ebenso, wie bei anderen Osteosynthesen - als Komplikationen drohen: unzureichende Frakturstabilisierung, Weichteilschaden, Weichteil- und Knocheninfekt.

Die Knochenchirurgie ist eine hochaseptische Chirurgie.

Die Wundheilung ist ein komplizierter Vorgang, der in mehreren Phasen abläuft und von verschiedenen endo- und exogenen Faktoren gestört werden kann.

Man unterscheidet primäre (Normalfall) und sekundäre Wundheilung.

In dieser Arbeit werden bei 259 Patienten, an denen in den Jahren 1973 bis 1977 445 knochenchirurgische Operationen durchgeführt wurden, Wundheilungsergebnisse untersucht.

Die Abhängigkeit der Wundheilung von verschiedenen Störfaktoren, von krankenhaushygienischen, operationstechnischen Gesichtspunkten wird untersucht.

Ergebnisse:
- Unfallursachen: überwiegend Verkehrs- und häusliche Unfälle
- offene Frakturen: erforderlich ist sofortige aseptische Wundversorgung und Osteosynthese. Besonders wichtig ist schonende Weichteilbehandlung und absolute Frakturstabilisierung, erhöhtes Infektrisiko, unterschiedliches Wundheilungsergebnis, je nach Lokalisation

- geschlossene Frakturen: gehäuft Wundheilungsstörungen an der unteren Extremität wegen geringem Weichteilanteil über dem Osteosynthesematerial; kooperativer Patient Voraussetzung.
- Liegedauer: möglichst bald nach der Einlieferung des Patienten im Krankenhaus Osteosynthese durchführen (Vermeidung der Infektion mit Hospitalkeimen). Sekundäre Wundheilungen sind komplikationsreiche und langwierige Verläufe mit ungünstigen Spätergebnissen. Daher ist das Wundheilungsergebnis von entscheidender praktischer Bedeutung für das Schicksal einer Osteosynthese.
- Antibiotika: prophylaktische Antibiotikaanwendung bewährt sich nicht, fraglich auch bei bereits manifester Lokalinfektion. Wenn Antibiotika, dann ausreichend hoch, zeitlich lange genug und mit ausreichendem Wirkungsspektrum dosiert. Am besten vorheriges Antibiogramm. Keine Verbesserung der Wundheilung durch Lokalantibiotika. Wenn Prophylaxe, dann mit bereits intraoperativ ausreichendem Antibiotikaspiegel.
- Operationsmethoden: bei Gefahr stärkerer Nachblutung ausreichende Drainage. Kein Einfluß der Narkoseart auf die Wundheilung. Blutleere verschlechtert Wundheilungsergebnis nicht.
- Polytrauma: erhöhte Gefahr der Wundheilungsstörung durch entgleiste Körperhomöostase. Osteosynthese bei kompensierten Schock indiziert. Vorranging sind lebensbedrohende Verletzungen.
- Geschlecht, Alter und Wundheilung: bei Männern größere Sekundärheilungsrate, bei alten Menschen keine schlechteren Wundheilungsergebnisse als bei jungen.
- Vorerkrankungen: bei unfallchirurgischen Patienten seltener, beeinflussen Wundheilungsergebnisse nicht.
- Mehrfachoperationen: jede Osteosynthese bedingt mindestens zwei Eingriffe (Materialin- und explantation), mehr Operationen nötig bei postoperativen Komplikationen.
- Gesamtbeurteilung der Wundheilungsergebnisse: Abhängigkeit der Wundheilungsergebnisse von vielen verschiedenen Faktoren, besonders wichtig gute operative Technik und bestmögliche Operations- und Krankenhaushygiene.

8. Literaturverzeichnis

1) Allgöwer, M.: Allgemeine und spezielle Chirurgie
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg 1971

2) Allgöwer, M.: Der traumatisch-haemorrhagische Schock
Chirurg, 45, 103 - 106 (1974)

3) Allgöwer, M.: Weichteilprobleme und Infektrisiko
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 1127 (1971)

4) Aubke, W.: Wundheilungsstörungen in der vorantibiotischen Ära
Diss. Univ. Hamburg, 1970

5) Baltensweiler, J.: Fettembolie nach Unterschenkelfraktur
Zbl.Chir. 99, 14 - 20 (1974)

6) Baltensweiler, J.: Prophylaxe der posttraumatischen Fettembolie
Helv.chir. Acta 41, 195 - 199 (1974)

7) Bargmann, W.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen
Thieme Verlag, Stuttgart 1967

8) Baron, H.: Chirurgische Textilmedizin - Material, Methode, Wirkung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 587 - 597 (1975)

9) Baron, H.: Offene und geschlossene Wundbehandlung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 289, 127 - 135 (1958)

10) Beck, H.: Fehler bei der Nachbehandlung von Osteosynthesen
Chirurg, 43, 109 - 111 (1972)

11) Bedacht, R., H. Höhne, M. Zimmermann: Klinik des Fettembolie syndroms nach Mehrfachverletzungen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 851 (1974)

12) Bedacht, R.: Klinik und Therapie der Osteomyelitis
internist. Praxis 12, 601 - 612 (1972)

13) Bedacht, R.: Die Primärversorgung der Weichteile bei offenen Frakturen
Verhandlungen der 11. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für plastische und Wiederherstellungschirurgie, München, 16./17.11.1973
Thieme Verlag, Stuttgart 1974

14) Bedacht, R., H. Jahrmärker: Scriptum Notfallmedizin
Verlag Uni Druck, München 1977

15) Bedacht, R.: Seltene Infektionen nach offenen Unterschenkelfrakturen
Verhandlungen der 11. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für plastische und Wiederherstellungschirurgie, München, 16./17.11.1973
Thieme Verlag, Stuttgart 1974

16) Bedacht, R., U. Finsterer, G. Feifel: Tetanusprophylaxe, zum Zeitpunkt der Wahl und bei Verletzungen
Münch. med. Wschr. 35, 1485 - 1495 (1972)

17) Bellmann, H.: Experimentelle Untersuchungen zum Einfluß außergewöhnlich hoher Vitamin - C - Zufuhr auf die Wund- und Knochenbruchheilung
Zbl.Chir. 98, 510 - 517 (1973)

18) Berger, H., E. Musil: Über den Einfluß der Thromboseprophylaxe unter Antikoagulantieneinschluß auf die Frakturheilungszeit
Mschr. Unfallheilkunde, 77, 310 - 316 (1974)

19) Beufer, I., H. Struck: Factor XIII and Fracture Healing
Eur.surg.Res. 9, 217 - 223 (1977)

20) Biehl, H., H. Bohn, H. Ronneberger: Beschleunigung der Wundheilung durch Faktor XIII der Blutgerinnung
Arzneim.Forschung (Drug.Res.) 21, 1429 - 1430 (1971)

21) Block, W.: Wundheilungsprobleme
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg 1959

22) Blum, H., U. Lange: Operationen im Schock bei Polytraumatisierten
Zbl. Chir. 97, 951 - 955 (1972)

23) Böhler, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung
Wilh.Maudrich Verlag, Wien 1957

24) Böhler, J.: Behandlung offener Frakturen im Kindesalter
Zbl. Chir. 101, 140 - 145 (1976)

25) Böhler, J.: Ultrareine Operationsräume in der Knochenchirurgie zur Verhütung aerogener Infektionen
Zbl. Chir. 100, 28 - 31 (1975)

26) Böhm, E., G. Könn: Zur Morphologie der posttraumatischen Osteomyelitis
Mschr. Unfallheilkunde 79, 127 - 132 (1976)

27) Bruck, H.-G.: Grundsätzliches zur Anwendung und Technik beim Defektverschluß durch freie Hauttransplantation
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 567 - 574 (1973)

28) Brückner, W.-L.: Histologische Untersuchungen über den Einfluß von Viren auf die Wundheilung
Chirurg 47, 455 - 457 (1976)

29) Brug, E., E. Braunsteiner, C. v. Gemmern: Die Ultraschallverschweißung von Knochen
Chirurg 47, 555 - 558 (1976)

30) Buchholz, H.-W., T. Krieg, J. Meißner: Über die Freisetzung von C^{14}-Chloramphenicol aus in den Kaninchenfemur implantiertem Polymethylmethacrylat
Langenbecks Arch. klin. Chir. 341, 205 - 217 (1976)

31) Burghardt, K., W. Pertsch: Veränderungen des Gerinnungs- und Fibrinolysesystems im traumatischen Schock
Langenbecks Arch. klin. Chir. 338, 81 - 90 (1975)

32) Burri, C., H. Henkemeyer: Autologe Spongiosatransplantation bei Osteomyelitis mit Knochen-, Weichteil- und Hautdefekt
aktuelle chirurgie 7, 69 - 72 (1972)

33) Burri, C., H. Henkemeyer, E. Muggler: Behandlung der chronischen, posttraumatischen Osteomyelitis
Mschr. Unfallheilkunde 79, 143 - 149 (1976)

34) Burri, C., H. Henkemeyer, Th. Ruedi: Chirurgische Behandlung infizierter Knochendefekte
Langenbecks Arch. klin. Chir. 330, 54 - 78 (1971)

35) Burri, C.: Kompressionsosteosynthese beim Weichteilschaden
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 499 - 504 (1975)

36) Burri, C., M. Allgöwer: Zentraler Venendruck und Schockindex beim Schwerverletzten
Helv. chir. Acta 39, 107 - 111 (1972)

37) Claudi, B., W.-W. Rittmann: Anwendung des Fixateur externe bei der Primärversorgung offener Frakturen
Helv.chir.Acta 43, 469 - 471 (1976)

38) Contzen, H.: Abakterielle Osteomyelitis durch Metallose
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 555 - 561 (1973)

39) Contzen, H.: Intramedulläre Fragmentfixation beim Weichteilschaden
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 493 - 497 (1975)

40) Contzen, H.: Die funktionelle - bzw. Lagerungsbehandlung. Reposition und Fixation
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 399 - 402 (1974)

41) Danis, R.: Théorie et pratique de l'ostéosynthèse
Mason + Cie, Paris 1949

42) Daume, R.: Indikationen zur konservativen und operativen Knochenbruchbehandlung - Besonderheiten beim Kind
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 425 - 430 (1974)

43) Denck, H.: Gefäßverletzungen bei Frakturen und Luxationen
Chirurg 44, 207 - 215 (1973)

44) Diehl, K.: Stabilität und Beanspruchung von Osteosynthesen des Ober- und Unterschenkels bei der Frühmobilisation
Mschr. Unfallheilkunde 79, 81 - 89 (1976)

45) Dittrich, H.: Wundheilungsstörungen
Chirurg 42, 289 - 295 (1971)

46) Dohrmann, R., H.-J. Hoeppner: Chirurgische Pathophysiologie des hohen Lebensalters
Chirurg 43, 145 - 148 (1972)

47) Durst, J.: Zur Lipasetheorie Krönkes und über ihre Bedeutung für die Pathogenese der posttraumatischen Fettembolie
Mschr. Unfallheilkunde 76, 193 - 204 (1973)

48) Duvlis, Z.: Hygienische Gesichtspunkte der Planung und Organisation chirurgischer Intensivtherapiestationen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 336, 207 - 218 (1974)

49) Ecke, H., R. Bernstein, J. Kyambi: Behandlungsergebnisse nach plastischen Operationsverfahren bei chronischer Osteomyelitis
Mschr. Unfallheilkunde 77, 36 - 43 (1974)

50) Ecke, H., W.Seeger: Knochenbruch und Nervenverletzung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 479 - 487 (1975)

51) Ehrlich, H.: Die Bedeutung des Hospitalismus im Kreiskrankenhaus
Zeitschrift dt. Gesundheitswesen 19, 1925 - 1931 (1964)

52) Encke, A.: Störungen der Blutgerinnung bei Mehrfachverletzungen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 179 - 182 (1974)

53) Eufinger, H.: Nutzen, Fehler und Gefahren der Antibiotikaanwendung in der Chirurgie
Med. Welt 50, 2727 - 2731 (1966)

54) Fasol, P., L. Schmid: Komplikationen der modernen Osteomyelitistherapie
Langenbecks Arch. klin. Chir. 341, 187 - 194 (1976)

55) Ferrari - Brunnenfeld, O. Rainer: Chirurgische Behandlung und Diagnostik der Osteomyelitis unter besonderer Berücksichtigung der Knochenszintigraphie und Daueraugspüldrainage
Mschr. Unfallheilkunde 76, 175 - 183 (1973)

56) Festge, O.A., W.Fischer, R.Reding: Operative und konservative Behandlung kindlicher Oberschenkelfrakturen
Zbl. Chir. 100, 473 - 480 (1975)

57) Fischer, ., Bruns, Matzen: Indikationen zur konservativen Behandlung von Unterschenkelfrakturen
Mschr. Unfallheilkunde 78, 145 - 156 (1975)

58) Fischer, M., H. Puppel: Keimbesiedelung der Haut bei Verwendung von Klebefolien unter Operationsbedingungen
Mschr. Unfallheilkunde 77, 126 - 131 (1974)

59) Frey, R., W.Hügin: Lehrbuch der Anästhesiologie, Reanimation und Intensivtherapie
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg 1972

60) Friedrich, B., R.Arbogast, W.Ferbert, M.Neubert: Zur medikamentösen Beeinflussung des posttraumatischen und postoperativen Ödeme an den Extremitäten
Chirurg 45, 317 - 321 (1974)

61) Friedrich, B., W.Rauen: Biomechanische Stabilität und posttraumatische Osteomyelitis
Helv.chir. Acta 42, 31 - 33 (1975)

62) Fuchsig, P.: Fettembolie
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 854 (1974)

63) Fürstenberger, H.S., B.Schneider: Erworbener Faktor XIII Mangel und postoperative aseptische Wundheilungsstörungen
Zbl. Chir. 100, 806 - 811 (1975)

64) Gay, B.: Die Versorgung der Gelegenheitswunde
Chirurg 47, 644 - 648 (1976)

65) Ger, B.: The technique of muscle transposition in the operative treatment of traumatic and ulcerative lesions of the leg
J. trauma 11, 502 - 510 (1971)

66) Gierhake, F.W.: Erfordernisse zeitgerechter Aseptik
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 707 - 709 (1974)

67) Gierhake, F.W.: Gerinnungsphysiologische und immunologische Möglichkeiten und Perspektiven durch Prophylaxe postoperativer Wundheilungsstörungen und Infektionen
Zbl. Chir. 100, 797 - 805 (1975)

68) Gierhake, F.W.: Prophylaxe postoperativer Wundheilungsstörungen durch Faktor XIII Substitution
Dt. med. Wschr. 99, 1004 - 1009 (1974)

69) Gmür, D., A. Reichen: Behandlungsmöglichkeiten frischer Frakturen mit dem Fixateur externe
Helv. chir. Acta 43, 473 - 478 (1976)

70) Gottschalk, E.: Mehrfachverletzungen bei Kindern
Zbl. Chir. 98, 1601 - 1609 (1973)

71) Grün, L.: Krankenhausplanung und Hospitalismus
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 685 - 688 (1974)

72) Gurlt, E.: Handbuch von der Lehre der Knochenbrüche
Berlin 1862

73) Harrfeldt, H.P.: Wirksamkeit von Tetanusauffrischimpfungen, Vermeidung von Hyperimmunisierung
Mschr. Unfallheilkunde 78, 25 - 34 (1975)

74) Hauss, W.: Über die Kallusbildung nach Knochenbruch
Chirurg 44, 263 - 268 (1973)

75) Heberer, G., H. Köle, H. Tscherne: Chirurgie
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg 1977

76) Heberer, G., A. Zehle, A. Chorus: Wundheilungsstörungen in der rekonstruktiven Aortenchirurgie
Chirurg 42, 337 - 346 (1971)

77) Hegemann, G.: Der Wandel der Infektion in der Chirurgie
Langenbecks Arch. klin. Chir. 304, 30 - 41 (1961)

78) Heim, U.: Erfahrungen mit der Spaltung der lateralen Fascia cruris bei Tibiaosteosynthesen
Helv. chir. Acta 42, 451 - 454 (1975)

79) Heim, U., W. Grete: Das Tibialis anterior Syndrom nach Osteosynthese am Unterschenkel
Helv. chir. Acta 39, 667 - 677 (1972)

80) Helbig, D.: Osteosynthese beim Weichteilschaden: Besonderheiten im Kindesalter
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 517 - 522 (1975)

81) Hemminger, W., S. Hofmann, K. Holz: Oberflächenuntersuchungen an Knochenplatten mittels Spektroskopie
Mschr. Unfallheilkunde 79, 423 - 428 (1976)

82) Hernandez-Richter: Die Wundheilung
Thieme Verlag, Stuttgart 1970

83) Hierholzer, G.: Pathogenese der posttraumatischen Osteomyelitis
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 510 - 514 (1973)

84) Hierholzer, G.: Stabilisierung des Knochenbruchs beim Weichteilschaden mit Fixateurs externes
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 505 - 509 (1975)

85) Hierholzer, G.: Die infizierte kindliche Fraktur
Langenbecks Arch. klin. Chir. 342, 311 - 314 (1976)

86) Hierholzer, G., K. Kleining: Behandlungsrichtlinien für die gestörte Knochenbruchheilung
Mschr. Unfallheilkunde 79, 371 - 377 (1976)

87) Hierholzer, G., K. Kleining, G. Hörster: Pathogenese und Therapie der akuten posttraumatischen Osteomyelitis
Mschr. Unfallheilkunde 79, 133 - 141 (1976)

88) Hofmann, S.: Pathophysiologische Reaktionen des kindlichen Organismus bei Mehrfachverletzungen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 195 - 199 (1974)

89) Hohl, M.: Zur Diagnose der Fettembolie
Helv. chir. Acta 39, 165 - 170 (1972)

90) Hutschenreuter, P.: Beschleunigte Einheilung von allogenen Knochentransplantaten durch Praesensibilisierung des Empfängers und stabile Osteosynthese
Langenbecks Arch. klin. Chir. 331, 321 - 343 (1972)

91) Jahna, H., H. Wittich: Konservative und operative Behandlung der Mehrfragmentbrüche
Mschr. Unfallheilkunde 79, 165 - 182 (1976)

92) Johner, R.: Zur Knochenheilung in Abhängigkeit von der Defektgröße
Helv. chir. Acta 39, 409 - 411 (1972)

93) Jonasch, E.: Wann sind Osteosynthesen bei Kindern gerechtfertigt?
Zbl. Chir. 100, 453 - 454 (1975)

94) Joppich, J.: Frakturen der oberen Extremität
Langenbecks Arch. klin. Chir. 332, 659 - 665 (1972)

95) Jungbluth, K.H.: Osteosynthese - die Verplattung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 411 - 414 (1974)

96) Jutzler, G.A.: Pathophysiologie der Mehrfachverletzungen: Niereninsuffizienz, Elektrolytstörungen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 415 - 421 (1974)

97) Izadpanah, M.: Osteosynthese - Prinzipien und Problematik fehlerhafter Osteosynthesen
aktuelle chirurgie 8, 357 - 368 (1973)

98) Kanz, E.: Der Hygienestatus in seiner Bedeutung für die Verhütung chirurgischer Infektionen
Chirurg 45, 533 - 538 (1974)

99) Kanz, E.: Sind Klimaanlagen ein Infektionsrisiko für OP Räume
Langenbecks Arch. klin. Chir. 332, 892 - 893 (1972)

100) Kaufner, H.K., B. Friedrich: Erhöht eine längere Liegezeit der Redondrainagen das postoperative Infektionsrisiko?
Chirurg 45, 137 - 138 (1974)

101) Kinzel, L., A. Müller, D. Wolter, C. Burri: Strömungsphysikalische Untersuchungen neuer chirurgischer Saugdrainagen
Chirurg 47, 43 - 46 (1976)

102) Klemm, K.: Die Stabilisierung infizierter Pseudarthrosen mit dem Verriegelungsnagel
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 559 - 561 (1973)

103) Klems, H., M. Weigert: Stabile Osteosynthese kindlicher Oberschenkelfrakturen. Indikation und Methode
Chirurg 44, 511 - 513 (1973)

104) Knoch, G.H., H. Dittrich: Schädelhirntrauma und Knochenbruchheilung
Zbl. Chir. 98, 505 - 509 (1973)

105) Knoche, H., G. Schmitt: Autoradiographische Untersuchungen über den Einfluß des Faktors XIII auf die Wundheilung im Tierexperiment
Arzneim. Forsch (Drug Res.) 26, 547 - 551 (1976)

106) König, F.: Operative Chirurgie der Knochenbrüche
1902

107) Köster, K., E. Karbe, H. Kramer, H. Heide, R. König: Experimenteller Knochenersatz durch resorbierbare Calciumphosphatkeramik
Langenbecks Arch. klin. Chir. 341, 77 - 86 (1976)

108) Koslowski, L., G. Kieninger: Praktische Erfahrungen in der Hospitalismusbekämpfung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 697 - 706 (1974)

109) Knote, G., H.E. Köhnlein: Zur Frage der Bakterizidie von präpariertem Nahtmaterial
Zbl. Chir. 101, 1070 - 1075 (1976)

110) Koch, F.: Ein funktioneller Unterschenkelgehgipsverband bei frischen Unterschenkelfrakturen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 861 (1974)

111) Kraus, W.: Zur Biophysik der Knochenbruch- und Wundbehandlung durch funktionelle elektrische und magnetische Potentiale
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 625 - 630 (1974)

112) Kühnau, J.: Biochemie der Wundheilung
Symposium der Deutschen Catgutindustrie, 8.1.1966, Bad Homburg

113) Küntscher, G.: Einführung in die Marknagelung
J. int. Chir. 11, 85 (1951)

114) Küntscher, G.: Zur Frage der Implantatentfernung
Chirurg 42, 85 - 87 (1971)

115) Kyrle, P.: Die Differentialindikationen der chirurgischen Nahtmaterialien
Symposium der Deutschen Catgutindustrie, 8.1.1966, Bad Homburg

116) Lämmle, J.A.: Nahtloser Wundverschluß
Chirurg 44, 471 - 473 (1973)

117) Laky, R., B. Kocsis: Frühe Beurteilung der operativen Wundinfektion durch bakteriologische Untersuchungen der entfernten Redondrainagen.
Chirurg 45, 123 - 126 (1974)

118) Langegger, F., R. Fischer: Komplikationen der Blutleere und Blutsperre bei Extremitätenfrakturen
Helv. chir. Acta 42, 131 - 135 (1975)

119) Larena, A.: Zeitpunkt der Osteosynthese bei Kombinationsverletzten
Helv. chir. Acta 43, 465 - 467 (1976)

120) Lechner, F.: Beeinflussung der Knochenbildung durch elektromagnetische Potentiale
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 631 - 635 (1974)

121) Legler, F.: Resistenzwandel und Resistenzlage bei wichtigen pathogenen Bakterienarten
Med. Klinik 65 (1970), Nr. 21, S. 1037 ff.

122) Leibbrand, W., A. Leibbrand - Wettley: Kompendium der Medizingeschichte
München 1963

123) Lick, R.F., H. Schläfer: Unfallrettung - Medizin und Technik
Schattauer Verlag, Stuttgart 1973

124) Liechti, R., B.G. Weber: Beitrag zur Prophylaxe der operativen Infektion. Unsere Erfahrungen nach vierjähriger Durchführung praeventiver Impfung mit Staphylokokkenvaccine
Chirurg 44, 269 - 272 (1973)

125) Lindgren, L.: post-operative wound infections in orthopaedic surgery
Diss. Univ. Lund, 1973

126) Lindner, G.: Wundheilungsprobleme
Wiener med. Wschr. 44, 144 f. (1964)

127) Lindstedt, E., P. Sandblom: Wound healing in man - tensile strength of healing wounds in some patient groups
Ann. surg. 181, 842 - 846 (1975)

128) Liljedahl, S.O., L. Westermark: Aethiology and treatment of fat embolism
Acta scand, anästh. 11, 177 - 194 (1967)

129) Loew, F.: Pathophysiologie der Mehrfachverletzungen Störungen des Zentralnervensystems
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 191 - 194 (1974)

130) Maurer, G.: Maßnahmen zur Einschränkung des Staphylokokkenhospitalismus
Langenbecks Arch. klin. Chir. 287, 80 - 85 (1957)

131) May, R.: Knochenbruch und Störungen des venösen Abflusses
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 489 - 492 (1975)

132) Meßmer, K.: Hämodynamik des Schocks
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 157 - 163 (1974)

133) Mühlbauer, W.: Der Einfluß magnetischer Felder auf die Wundheilung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 637 - 642 (1974)

134) Müller, F.E.: Grundsätzliches zur Anwendung und Technik beim Direktverschluß durch Fernplastik
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 585 - 591 (1973)

135) Müller, J.: Primäre operative Stabilisierung von offenen Schaftfrakturen
Helv. chir. Acta 43, 461 - 464 (1976)

136) Müller, M.E., M. Allgöwer, H. Willenegger: Manual der Osteosynthese (AO-Technik)
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg 1977

137) Musil, E.H., W. Deutschmann: Osteomyelitis - Behandlungsziele und Erfolgsraten
Zbl. Chir. 101, 330 - 338 (1976)

138) Naumann, P.: Moderner Hospitalismus
Zbl. Chir. 101, 449 - 457 (1976)

139) Nockemann, P.F.: Die Bedeutung von Nahtmaterial und Nahttechnik für die normale und gestörte Wundheilung
Symposium der Deutschen Catgutindustrie, 8.1.1966, Bad Homburg

140) Nonnemann, H.C., G. Kisseih: Untersuchungen verschiedener Händewaschmethoden im chirurgischen Operationssaal
Chirurg 43, 484 - 487 (1972)

141) Noureddine, Jaballah: Wundheilungsstörungen nach Herzoperationen
Diss. Univ. Hamburg, 1972

142) Palomba, P., U. Schacht: Das Gasödem bei durchblutungsgestörten Extremitäten
aktuelle chirurgie 9, 67 - 70 (1974)

143) Patzakis, M., P.J. Harvey, D. Ivler: The role of antibiotics in the management of open fractures
J. Bone Jt. Surg. 56 A, 532 - 541 (1974)

144) Paul, D.: Zweiteingriff - Wechsel der Osteosynthesemethode
Zbl. Chir. 99, 1478 - 1480 (1974)

145) Peiper, H.J., W. Sattel, E. Schubert: Verminderung der Infektionsgefahr durch Anwendung einer turbulenzarmen Verdrängungsströmung im Operationssaal
Chirurg 43, 545 - 549 (1974)

146) Poigenfürst, J.: Vermeidung technischer Fehler bei konservativer Frakturenbehandlung
Chirurg 43, 97 - 100 (1972)

147) Postlethwait, R.W., T.A. Willigal, W. Klin: Human tissue reaction to sutures
Ann. Surg. 181, 144 - 150 (1975)

148) Probst, S.: Fehler bei der Nachbehandlung nach konservativer Knochenbruchbehandlung
Chirurg 43, 105 - 109 (1972)

149) Ramon, B., M.D. Gustilo, J.T. Anderson: Prevention of Infection in the Treatment of One Thousand and twenty-five Open Fractures of Long Bones
J. Bone Joint Surg. 58, 453 - 458 (1976)

150) Rasche, H.: Blutgerinnungsfaktor XIII und Fibrinstabilisierung
Klin. Wschr. 53, 1137 - 1145 (1975)

151) Rehm, G.: Analyse von 100 chirurgischen Wundinfektionen
Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg, 1972

152) Rehn, J.: Hautdefektversorgung im Bereich der Extremitäten und am Stamm
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 609 - 614 (1973)

153) Rehn, J.: Osteosynthesen bei posttraumatischer Osteomyelitis
Zbl. Chir. 99, 1488 - 1496 (1974)

154) Rehn, J., G. Hierholzer: Zeitpunkt der Entfernung von Osteosynthesematerial
Chirurg 42, 257 - 260 (1971)

155) Rehn, J., H. Willenegger: Indikationen zur konservativen und operativen Frakturenbehandlung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 389 - 397 (1974)

156) Reichel, F.: Sekundärheilung und antibiotische Prophylaxe bei aseptischen orthopädischen Operationen
Zbl. Chir. 101, 339 - 347 (1976)

157) Rüedi, Th.: Zur Behandlung der posttraumatischen Osteomyelitis
Zbl. Chir. 97, 1634 - 1642 (1972)

158) Rüedi, Th., G. Wolff: Vermeidung posttraumatischer Komplikationen durch frühe definitive Versorgung von Polytraumatisierten mit Verletzungen des Bewegungsapparats
Helv. chir. Acta 42, 507 - 512 (1975)

159) Rueff, F.L., K. Wilhelm, G. Hauer: Fehlergebnisse nach Osteosynthesen von Unterarmschaftfrakturen
Mschr. Unfallheilkunde 76, 1 - 13 (1973)

160) Sander, E.: Zweitosteosynthese
Zbl. Chir. 99, 1473 - 1477 (1974)

161) Schadewaldt, H.: Zur Geschichte des Wundverbands
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 573 - 585 (1975)

162) Schaudig, A.: Erste Erfahrungen mit einem neuen, absorbierbaren, synthetischen Nahtmaterial (Dexon^{R})
Chirurg 43, 271 - 274 (1972)

163) Schink, W.: Die Behandlung der Gelegenheitswunde
Mschr. Unfallheilkunde 79, 461 - 465 (1976)

164) Schink, W.: Osteosynthese beim Weichteilschaden
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 469 - 473 (1975)

165) Schmauss, A.K.: Gasbrandbehandlung und hyperbare Oxygenation
Zbl. Chir. 98, 912 - 925 (1973)

166) Schmauss, A.K.: Tetanusprophylaxe aus chirurgischer Sicht
Zbl. Chir. 99, 1141 - 1149 (1974)

167) Schmidt, B.: Sterilisation und Desinfektion in Risikobereichen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 689 - 696 (1974)

168) Schmit - Neuerburg, K.P.: Die Mehrfachverletzungen Besonderheiten der Indikationsstellung zur Knochenbruchbehandlung an den Extremitäten
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 435 - 441 (1974)

169) Schmitt, W., Müller, Richter: Altes Krankenhaus und moderner Hospitalismus
Zbl. Chir. 49, 2940 - 2953 (1967)

170) Schmitt, W.: Das Problem der optimalen Wundheilung
Zbl. Chir. 100, 1153 - 1161 (1975)

171) Schneider, R.: Indikation zur konservativen und operativen Frakturenbehandlung - der alte Mensch
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 431 - 433 (1974)

172) Schneider, R.: Mechanische Fehlleistungen bei der Druckosteosynthese
Zbl. Chir. 100, 201 - 209 (1975)

173) Schramm, W., F. Schmidtler, F.W. Schildberg, K. Haarschmidt: Gerinnungsfaktor XIII bei Wundheilungsstörungen
Die gelben Hefte XVIII, 30 - 34 (1978)

174) Schuster, J.: Die Metallose
Chirurg 43, 114 - 116 (1972)

175) Schuster, J.: Untersuchung der Metallose durch Neutronenaktivierungsanalyse
Mschr. Unfallheilkunde 76, 1 - 13 (1973)

176) Schuster, J.: Anwendung von Metallen und Kunststoffen in der Chirurgie und ihre Problematik
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 601 - 605 (1974)

177) Schweiberer, L.: Weichteilschaden beim Knochenbruch
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 461 - 476 (1975)

178) Schweiberer, L.: Theoretisch - experimentelle Grundlagen der autologen Spongiosatransplantation im Infekt
Mschr. Unfallheilkunde 79, 151 - 155 (1976)

179) Schweiberer, L.: Pathophysiologie der Mehrfachverletzungen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 149 - 156 (1974)

180) Schweibert, G.: Osteosynthese - die Nagelung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 403 - 409 (1974)

181) Schweickert, C.: Postoperative Knocheninfektionen nach Nagelungen und Fremdkörperimplantationen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 515 - 520 (1973)

182) v. Seemen, H.: Wundversorgung und Wundbehandlung
Vorträge aus der praktischen Chirurgie, 19, 1965

183) Soeder, H., J. Rehn: Die Spätkomplikationen der posttraumatischen Osteomyelitis
Mschr. Unfallheilkunde 79, 157 - 163 (1976)

184) Spängler, H.P.: Gewebeklebung und lokale Blutstillung mit Fibrinogen, Thrombin und Blutgerinnungsfaktor XIII
Wiener klin. Wschr. 88, Heft 4 (1976)

185) Spier, W., A. Rüter, C. Burri: Frakturheilung bei Verbundosteosynthesen unter Mitwirkung autologer Knochentransplantate
Helv. chir. Acta 42, 19 - 21 (1975)

186) Stadler, J., M. Dürig: Infektionsprophylaxe mit praeoperativ verabreichtem Cephalotin
Helv. chir. Acta 42, 681 - 683 (1975)

187) Streli, R.: Stabilisierung des Knochenbruchs beim Weichteilschaden: aufgeschobene Stabilisierung und Indikation der konservativen Therapie
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 511 - 518 (1975)

188) Tabatabai, A.: postoperative Störungen und Heilungsergebnisse von offenen Unterschenkelbrüchen an Hand von Spätkontrollen
Hefte Unfallheilkunde 149 - 152 (1974)

189) Tauber, R., W. Seidel: Bedeutung mechanischer Faktoren bei der Entstehung der abdominalen Wunddehiszenz
Zbl. Chir. 100, 1178 - 1182 (1975)

190) Tauber, R., W. Seidel: Das Verhalten von Dexon^{R}-Fäden nach Implantation bei Mensch und Tier
Chirurg 45, 470 - 472 (1974)

191) Tauber, R., W. Seidel, E.J. Heller: Die Bedeutung des Nahtmaterials für die Reißfestigkeit heilender Fascien- und Hautwunden
Langenbecks Arch. klin. Chir. 333, 273 - 282 (1974)

192) Tauchnitz, Ch.: Zur gegenwärtigen Situation in der allgemeinen Antibiotikatherapie
Zbl. Chir. 98, 801 - 807 (1973)

193) Teichmann, W.: Therapie des schweren Tetanus
Zbl. Chir. 100, 1450 - 1453 (1975)

194) Teutzeris, M.: Saugspüldrainage bei der Behandlung der akuten und chronischen Osteomyelitis
Zbl. Chir. 98, 771 - 774 (1973)

195) Tóth, S.: Konservative und/oder operative Behandlung der Knochenbrüche
Mschr. Unfallheilkunde 76, 537 - 548 (1973)

196) Tscherne, H., H. Brueggemann: Die Weichteilbehandlung bei Osteosynthesen, insbesondere bei offenen Frakturen
Mschr. Unfallheilkunde 79, 467 - 475 (1976)

197) Vollmar, J.: Knochenbruch und Gefäßverletzung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 339, 473 - 477 (1975)

198) Weber, B.G.: Das Besondere bei der Behandlung von Frakturen im Kindesalter
Mschr. Unfallheilkunde 78, 193 - 198 (1975)

199) Weber, B.G.: Indikation zur Osteosynthese - die Gelenkfraktur
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 421 - 423 (1974)

200) Wehner, W.: Differenzierte Versorgung offener Frakturen
Zbl. Chir. 98, 145 - 149 (1973)

201) Weller, S., J. Renné: Grundsätzliche Fehler und Komplikationsmöglichkeiten der Marknagelung
Chirurg 44, 533 - 538 (1973)

202) Weller, S.: Indikationen zum chirurgischen Eingriff - Wandlungen und Entwicklungen an der Unfallchirurgie
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 57 - 63 (1974)

203) Weller, S.: Vermeidung technischer Fehler bei der operativen Behandlung von Frakturen
Chirurg 43, 100 - 104 (1974)

204) Weyand, F.: Vergleichende Untersuchungen zwischen operativ und konservativ behandelten Knöchelfrakturen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 862 (1974)

205) Wiedmer, M.: Zur funktionellen konservativen Nachbehandlung der Unterschenkelschaftfrakturen
Helv. chir. Acta 42, 463 - 474 (1975)

206) Wiedmer, K., M. Dörig, D. Gmür: Differentialindikation zur Behandlung der Unterschenkelfraktur. Osteosynthese? Funktioneller Gips?
Helv. chir. Acta 42, 475 - 477 (1975)

207) Wilhelm, K., Ch. Feldmeier: Bisherige Erfahrungen mit der elektrodynamischen Knochenbruchbehandlung
Zbl. Chir. 100, 1440 - 1443 (1975)

208) Willebrand, H.: Grundsätzliches zur Anwendung und Technik der Hautverschiebung aus der Nachbarschaft beim Defektverschluß
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 575 - 583 (1973)

209) Willenegger, H.: Therapie der traumatischen Osteomyelitis
Langenbecks Arch. klin. Chir. 334, 529 - 535 (1973)

210) Willenegger, H., S.M. Perren, R. Schenk: Primäre und sekundäre Knochenbruchheilung
Chirurg 42, 241 - 252 (1971)

211) Willital, G.: Definitive chirurgische Erstversorgung und ihre Indikation
Verlag Urban + Schwarzenberg, Erlangen 1973

212) Wolter, D.: Strömungsphysikalische Untersuchungen an der Redon Saugdrainage
Helv. chir. Acta 42, 93 - 96 (1975)

213) Wysocki, E.: Hospitalismus und Antibiotikamißbrauch
Langenbecks Arch. klin. Chir. 337, 711 - 715 (1974)

214) Zitter, H.: Schädigung des Gewebes durch metallische Implantate
Mschr. Unfallheilkunde 79, 91 - 100 (1976)

215) Zollinger, U.: Die Wundheilung vom Standpunkt der pathologischen Anatomie
Helv. chir. Acta 29, 181 - 207 (1962)

Hinweis:

Das vorstehende Literaturverzeichnis berücksichtigt vor allem die Veröffentlichungen der letzten Jahre.

Umfassende Literaturzusammenstellungen für einen weiter zurückreichenden Zeitraum finden sich für:

operative Knochenbruchbehandlung: siehe (136)
konservative Knochenbruchbehandlung: siehe (24, 37)
Wundheilung: siehe (21, 82)
gesamte Chirurgie: siehe (1, 75)

Herrn Prof.Dr.med. R.Bedacht
Chirurgische Universitätsklinik München,
danke ich für die Annahme dieser Arbeit
und für seine beratende Unterstützung.

Herrn Chefarzt Dr.med. L.Dietl,
Kreiskrankenhaus Bogen, danke ich für
den Themenvorschlag und die Überlassung seines Patientenguts.

Lebenslauf

Am 22.8.1949 wurde ich als Sohn von Ruth und Ernst Schiechtl in München geboren, besuchte hier Volksschule und neusprachliches Gymnasium und legte im Juni 1969 die Reifeprüfung ab.

Mein Medizinstudium führte ich vom WS 1969/70 bis WS 1975/76 an der Universität München durch, bestand naturwissenschaftliche und ärztliche Vorprüfung jeweils mit Note "gut".
Mit dem Staatsexamen im Februar 1976 Note "gut" beendete ich mein Studium.

Während meines klinischen Studiums arbeitete ich als studentische Hilfskraft auf den Intensivstationen mehrerer Münchner Unikliniken im Nachtdienst mit.

Vom 12.2.1974 bis 31.3.1976 war ich als Pflegehelfer fest angestellt auf der Intensivstation der Neurochirurgischen Klinik am Universitätsklinikum München-Großhadern. Hier arbeitete ich - neben Studium und Examen - im vollen Schichtdienst auch während des Semesters.

Ich famulierte auf der Abteilung für Anästhesie und für Neurochirurgie am Klinikum Großhadern und trat am gleichen Klinikum auch meine erste Medizinalassistentenstelle von April bis September 1976 auf der Intensivstation der I. Medizinischen Klinik an. Nach sechsmonatiger Arbeit als Medizinalassistent auf der Chirurgischen Abteilung am Kreiskrankenhaus Bogen erhielt ich am 14.7.1977 die Approbation als Arzt, arbeitete als Assistenzarzt an den Kreiskrankenhäusern Bogen und Deggendorf und befinde mich derzeit in der Weiterbildung zum Facharzt für Allgemeinmedizin.